Techn.
1052

Floyer

LEHRBUCH

der

vergleichenden

MECHANISCHEN TECHNOLOGIE.

Von

Egbert Hoyer,

ord. Professor der mech. Technologie an der kön. bayr. technischen Hochschule zu München.

Mit 561 Holzschnitten im Texte und vier lithographirten Tafeln.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL'S VERLAG.

1878.

Uebersetzungsrechte vorbehalten.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Druck von H. Brill in Darmstadt.

Herrn

Geheimen Regierungsrath

Dr. KARL KARMARSCH,

f. Direktor und Professor der mechanischen Technologie an der Königlichen Polytechnischen Schule zu Hannover,

in

dankbarer Verehrung

vom Verfasser.

Vorrede.

Das vorliegende Lehrbuch der vergleichenden mechanischen Technologie verdankt seine Entstehung vorzugsweise dem Wunsche meiner Zuhörer, sowie dem mir von Freunden der Technologie öfter ausgesprochenen Bedürfnisse nach einem Buche, das in gedrängter Darstellung die Grundlehren dieser Wissenschaft umfasse. Zugleich aber war es meine Absicht, den Fachgenossen in dem Buche das Lehrsystem zur genaueren Kenntnissnahme und Prüfung vorzulegen, welches ich seit längerer Zeit meinen Vorlesungen zu Grunde gelegt habe, und das sich nach meinen Erfahrungen in vielen Punkten überaus günstig von dem allgemein üblichen unterscheidet.

Zur Erfüllung des ersten Wunsches erschien die Form eines Lehrbuches deshalb allein als die geeignete, weil, bei der nothwendig vorgeschriebenen Kürze, nur diese in genügender Vollständigkeit die Grundlehren einer technischen Disziplin darzulegen ermöglicht, welche das Gebiet der mechanischen Gewerbsthätigkeit umschliesst. — Die eminente Ausdehnung dieser, auf mechanischer Umformung der Körper beruhenden Industrie mit ihren unzähligen Produkten und Hilfsmitteln, fordert ferner als Art der Darstellung unbedingt die vergleichende, da nur durch Zusammenstellung und Vergleichung des Aehnlichen jene Uebersicht herbeigeführt werden kann, welche das Wesen der Arbeitsmittel und damit die Grundlage für die Beschaffenheit und Auswahl derselben zur Erkenntniss bringt.

Jedes Arbeitsmaterial besitzt bestimmte Eigenschaften, welche über die Möglichkeit der Umformung entscheiden und die Art derselben geradezu bestimmen oder als zweckmässig erkennen lassen. Wenn sonach

einerseits diese Arbeitseigenschaften für jedes einzelne Material den Weg der Umformungs-Arbeit vorschreiben, und für die Auswahl der hierzu erforderlichen Mittel leitend sind, so giebt es andererseits eine so erhebliche Zahl von, mit gleichen oder nahezu gleichen, oft nur quantitativ wesentlich verschiedenen Arbeitseigenschaften behafteten Materialien, dass diese, unter einen Gesichtspunkt gebracht, zu einer Gruppe vereinigt werden können und somit für die Betrachtung ihrer Verarbeitungsmittel ein engeres Gebiet schaffen, dessen Grenzen allerdings ziemlich willkürlich zu erweitern oder zu beschränken sind, im Allgemeinen aber durch die Arbeitseigenschaften, insbesondere auch durch die zu erzeugenden Arbeitsprodukte bestimmte Umrisse gewinnen. — Von den auf solche Weise entstehenden Gruppen sind in dem vorliegenden Buche diejenigen behandelt, welche nicht nur den bei Weitem grössten Theil des Gesammtgebietes der mechanischen Technologie umfassen, sondern auch, als die wichtigsten, sich einer besonderen Pflege auf den technischen Hochschulen erfreuen.

So wie jedem Material bestimmte Arbeitseigenschaften innewohnen, so besitzt auch jedes materielle Arbeitsmittel eine Grundform und jede Arbeitsmethode ein Prinzip. Grundform und Arbeitsprinzip stehen im engsten Zusammenhange mit den Arbeitseigenschaften der Rohstoffe, sowie den zu erzielenden Arbeitsprodukten und beruhen auf mechanischen oder physikalischen Gesetzen auch in den Fällen, wo sie ohne Beachtung oder Kenntniss derselben entstanden sind. — Diese Grundformen und Prinzipien habe ich daher als weitere Ausgangspunkte für die Darstellung gewählt und, im innigsten Anschluss an dieselben, in vergleichender Weise die Abweichungen und Ausbildungen zusammengetragen, welche im Laufe der Zeit, aus Gründen der Zweckmässigkeit und Bequemlichkeit, in Folge des Gebrauchswechsels, der hohen Ansprüche an die vollendeten Produkte, an die Leistungen überhaupt etc. so ausserordentlich zahlreich geworden sind, namentlich aber in den Bestrebungen sich kennzeichnen: die mechanisch unvollkommene Wirkung des Stosses durch die vollkommenere des Druckes zu ersetzen; die unterbrochene Arbeitsweise durch eine stetige zu verdrängen; die aufeinander folgenden Arbeiten ohne Transport des Arbeitsstückes unmittelbar hintereinander vorzunehmen; und endlich, gleichzeitig zum Ersatz der Menschenkraft, die arbeitenden Organe mit machinalen Vorrichtungen zu verbinden, welche denselben durch Zwanglauf eine möglichst vollkommene, bestimmten Gesetzen gehorchende Führung geben. — Wohl führten diese

Bestrebungen in einer Richtung zu unbrauchbaren Resultaten; nach einer anderen Seite aber haben sie den bemerkenswerthen Erfolg gehabt, dass für jede Gattung von materiellen Arbeitsmitteln bestimmte Formen oder Vorbilder „Typen“ entstanden sind, welche ein wichtiges Lehrmoment abgeben. Diese Typen aufzusuchen und von ihnen ausgehend die brauchbaren Nachbilder zu skizziren, habe ich mich ganz besonders bemüht.

Zur Erleichterung des Verständnisses technischer Wissenschaften tragen Zeichnungen erfahrungsmässig so bedeutend bei, dass ich glaubte, durch Beigabe einer grossen Anzahl von Holzschnitten und einiger Tafeln für grössere Darstellungen, den Werth auch dieses Buches erhöhen zu können. — Aus ähnlichen Gründen und besonders um zum Weiterstudium anzuregen, ist die so bedeutende Anzahl von Zitaten aus den hervorragendsten Werken, Zeitschriften, Zeichnungssammlungen beigegeben worden.

Nach Darlegung der Gedanken, die mich bei der Abfassung des Buches leiteten, die ihren Ursprung in dem vieljährigen, gewaltig anregenden Verkehr mit meinem hochverehrten und von allen Technologen so hoch gefeierten Lehrer Karmarsch haben, und ihre weitere Ausbildung durch meine Lehrthätigkeit fanden, darf ich wohl bekennen, dass ich mir bewusst bin, mit allen Kräften bemüht gewesen zu sein, ein Buch zu schaffen, welches den Studirenden an technischen Hochschulen und Freunden der Technologie ein nützlicher Leitfaden bei ihren Studien und meinen Fachgenossen ein Förderungsmittel ihrer Lehrthätigkeit sein möge.

München, den 17. Februar 1878.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

Einleitung 1

Erste Gruppe.

Die Verarbeitung der Metalle und des Holzes 4

Erster Abschnitt. Eigenschaften der Metalle, der Legirungen und des Holzes 6

A. **Metalle** 6

I. Eisen 6. 1) Roheisen 7. 2) Schmiedeisen 8. 3) Stahl 11. II. Kupfer 17. III. Zink 18. IV. Zinn 18. V. Blei 19. VI. Gold 20. VII. Silber 20. VIII. Platin 20.

B. **Legirungen** 21

1) Gelbkupfer 25. 2) Bronze 26. 3) Neusilber 28. 4) Britanniametall 25.

C. **Holz** 32

Zweiter Abschnitt. Erstes Kapitel. Passive Werkzeuge . 48

I. Mittel zum Anfassen und Festhalten 48

A. Zangen 48. B. Schraubzwingen, Leimknechte, Pressen 50. C. Feilkloben, Schraubstock, Hobelbank, Stehknecht etc. 51. D. Fügebock, Schnitzelbank 57.

II. Mittel zum Ab- und Nachmessen, Eintheilen, An- und Vorzeichnen . 58

A. Massstäbe 58. B. Zirkel, Drahtlehren, Dick- und Hohlmesser 58. C. Lehren, Fühlhebel 65. D. Winkelmesser, Setzwage, Senkblei 67.

III. Mittel zum Anzeichnen, Vorzeichnen und Eintheilen 70

A. Körner, Mittelpunktsucher, Linienreisser, Reissmass, Richtplatte 71. B. Zirkel 73.

Zweites Kapitel. Giesserei im Allgemeinen 75

I. Schmelzen der Gussmaterialien 75

II. Formerei 84

A. Verlorene Formen 87. 1) Sandformerei 87. a. Heerdformerei 91. b. Kastenformerei 92. 2) Masseformerei 105. 3) Lehmformerei 106. B. Bleibende Formen 111.

III. Eingiessen 112

Giesserei im Einzelnen 117

I. Eisengiesserei 117. II. Stahlgiesserei 120. III. Messinggiesserei 121. IV. Bronzegiesserei 122. V. Zinkgiesserei 123. VI. Zinngiesserei 124. VII. Bleigiesserei 125. VIII. Gold- und Silbergiesserei 126.

Drittes Kapitel. Von der Bearbeitung der Materialien auf Grund der Dehnbarkeit 127

I. Von den Vorrichtungen zum Erwärmen 132

A. Gebläse 133. B. Schmiedeherd, Glühöfen etc. 135.

II. Von den formgebenden Werkzeugen 139

A. Hammer und Ambos 142. 1) Handhämmer und Ambos 142. 2) Mechanische Hämmer 145. a. Winkelhämmer 146. b. Parallel-

Seite

hämmer 148. B. Stosswerk, Druckwerk, Schmiedemaschine, Presse 159. C. Punzen, Stempel, Setzhämmer, Gesenke, Stanzen 162. D. Zieheisen, Ziehbank, Seckenzug 167. E. Walzen, Rändelräder 173. F. Biegen, Biegmaschinen 182.

III. Von den wichtigsten auf der Dehnbarkeit der Körper beruhenden Arbeiten 188
A. Schmieden 188. B. Treiben 190. C. Drücken 191. D. Fabrikation von Draht 192. 1) Eisendraht 193. 2) Stahldraht 194. 3) Kupferdraht 194. 4) Gelbkupferdraht 194. 5) Gold-, Silber-, Argentandraht 194. 6) Blei- und Zinndraht 194. 7) Zinkdraht 194. E. Fabrikation von Eisen- und Stahlstäben 194. F. Blechfabrikation 196. 1) Eisenblech 197. 2) Stahlblech 198. 3) Kupferblech 198. 4) Zinkblech 199. 5) Zinnblech 199. 6) Bleiblech 199. 7) Gold-, Silber- und Platinblech 199. 8) Messingblech 201. 9) Bronzeblech 201. 10) Neusilberblech 201. 11) Britanniablech 202. 12) Plattirte Bleche 202. G. Fabrikation von Metallröhren 203. 1) Schmiedeiserne Röhren 205. 2) Stahlröhren 206. 3) Kupferröhren 206. 4) Messingröhren 206. 5) Blei- und Zinnröhren 206.

Viertes Kapitel. Bearbeitung der Metalle auf Grund ihrer Theilbarkeit 206

Allgemeine Theorie der schneidenden Werkzeuge 206

I. Von den scherenden Werkzeugen und Werkzeugmaschinen . . . 218
A. Scheren 218. B. Lochwerkzeuge und Lochmaschinen 226.

II. Von den schneidenden Werkzeugen und Werkzeugmaschinen . . 231
A. Meissel, Abschrot, Aufhauer, Stichel, Stemm- und Stechzeug, Aushauer, Dübeleisen, Messer 231. B. Beisszange 237. C. Axt, Beil, Texel 238. D. Hobel 240. 1) Für Holzarbeiter 241. 2) Metallhobel 249. E. Hobelmaschinen, Bestossmaschinen, Stemmaschinen 249. 1) Metallhobelmaschinen 250. 2) Bestossmaschinen 256. 3) Stemmaschine 258. F. Sägen und Sägemaschinen 260. 1) Sägen 260. 2) Sägemaschinen 270. a. Rahmensägemaschinen 271. α. Gattersägen 271. β. Ausschneidsägen 280. b. Bandsägemaschine 280. c. Rotirende Sägen 284. G. Fräsen und Fräsmaschinen 287. 1) Metallfräsmaschinen 288. 2) Holzfräsen 292. a. Fräsmaschine 293. b. Holzhobelmaschine 295. α. Langhobelmaschine 295. β. Querhobelmaschine 297. γ. Langlochmaschine 299. H. Bohrer und Bohrmaschinen 301. 1) Handbohrer 306. 2) Geräthbohrer 307. 3) Löcherbohrmaschine 313. 4) Ausbohrmaschine 318. I. Drehbank und Drehstuhl 323. 1) Drehbank 324. a. Spindeldrehbank 328. b. Spitzendrehbank 344. 2) Drehstuhl 347. 3) Passigdrehen 348. K. Feilen und Raspeln 350. 1) Feilen 351. 2) Raspeln 357. L. Schleifstein 358.

III. Von den schabenden Werkzeugen 363
A. Ziehklinge, Schaber, Holzzieheisen 363. B. Reibahlen 365.

IV. Anfertigung der Schrauben 367
A. Anfertigung der Massivschraube 374. B. Anfertigung der Schraubenmutter 379. 1) Schneiden mit Handwerkzeugen 382. 2) Schneiden auf der Drehbank 387. 3) Schneiden auf Schraubenschneidmaschinen 390.

Fünftes Kapitel. Formgebung durch Verbindung und Zusammenfügung 395

I. Verbindung durch Schweissen 396

II. Verbindung durch Löthen, Leimen, Kitten 398
A. Löthen 399. B. Leimen 404. C. Kitten 406.

Seite

III. Zwängverbindungen 407
IV. Formungsverbindungen 409
A. Formungsverbindungen bei Metallarbeiten 410. B. Formungsverbindungen bei Holzarbeiten 411.
V. Verbindungen durch Nägel, Dibbel, Niete, Schrauben und Keile . . 420
A. Nageln 420. B. Nieten 422. C. Zusammenschrauben 428. D. Zusammenkeilen 431.

Dritter Abschnitt. Arbeiten zur Vollendung, Verschönerung und Konservirung 432
I. Beizen, Färben 433
A. Beizen und Färben des Gelbkupfers 434. B. Weissieden des Silbers 435. C. Sieden und Färben des Goldes 436. D. Beizen und Färben des Holzes 437.
II. Von den Mitteln zur Hervorbringung eines Glanzes 439
A. Poliren durch Schleifen 440. B. Poliren durch Druck 445. C. Poliren durch Dichtung 446.
III. Von den Mitteln zur Erzeugung verzierter Oberflächen 448
A. Graviren 448. B. Aetzen 449. C. Emailliren 450. D. Eingelegte Arbeiten 451. E. Ueberziehen mit Farben, Metall etc. 452.
IV. Konservirung des Holzes 464

Zweite Gruppe.

Spinnerei.

Erster Abschnitt. Gewinnung und Eigenschaften der Spinnmaterialien 468
A. Die Gespinnstfasern aus dem Pflanzenreiche 468
I. Baumwolle 468. II. Flachs 476. 1) Rotten 477. 2) Risten, Brechen, Boken, Botten 481. 3) Trocknen, Dörren 487. 4) Schwingen, Ribben 487. 5) Hecheln 490. III. Hanf 496 IV. Jute 497.
B. Die Gespinnstfasern aus dem Thierreiche 499
I. Wolle 499. II. Seide 505.

Zweiter Abschnitt. Spinnerei im Allgemeinen 510
Erstes Kapitel. Allgemeine Bedingungen für die Erzeugung der Gespinnste 510
Zweites Kapitel. Die Vorbereitungsarbeiten 519
I. Die Reinigung der Fasern 519
A. Die nasse Reinigung 519 B. Die trockene Reinigung nebst Auflockerung 525. 1) Wolf 529. 2) Schlagmaschine 534.
II. Isolirung der Fasern und Bildung eines Faserbandes 539
A. Kratzen und Kratzmaschinen 540. B. Kämmen und Kämmmaschinen 550.
III. Anordnung der Fasern zur Erzielung einer parallelen Lage und gleichmässigen Vertheilung derselben (Strecken, Dupliren) 562
Drittes Kapitel. Das eigentliche Spinnen 570
I. Spinnen mit vorübergehender Drehung 571
1) Eklipsmaschine 572. 2) Plate speeder 572. 3) Röhrenmaschine 572.
4) Rota frotteur oder Würgelmaschine 573.

Seite

II. Spinnen mit bleibender Drehung 375
A. Der unterbrochene Spinnprozess 577. B. Der stetige Spinnprozess 593. C. Anwendung der Spinnmaschinen zum Vor- und Feinspinnen 602. 1) Feinspinnen mit unterbrochenem Prozess 603. 2) Feinspinnen mit stetigem Prozess 603.

Viertes Kapitel. Nach- und Vollendungsarbeiten 607
I. Haspeln und Numeriren 607. II. Zwirnen 609. III. Sengen, Lüstriren, Dämpfen 610.

Dritter Abschnitt. Das Verspinnen einzelner Faserstoffe . . 612

Erstes Kapitel. Baumwoll-Spinnerei 612
I. Mischen 613
II. Auflockerung und Reinigung 613
III. Strecken und Dupliren 619
IV. Vorspinnen 621
V. Feinspinnen 624
VI. Nacharbeiten 627
VII. Spinnplan 628

Zweites Kapitel. Flachs-Spinnerei 629
I. Flachs-Spinnerei 629
A. Band-Bildung 630. B Strecken und Dupliren 633. C. Vorspinnen 633. D. Feinspinnen 634. E. Nacharbeiten 637.
II. Werg-Spinnerei 638
A. Kratzen 638. B. Strecken und Dupliren 639. C. Vorspinnen 639. D. Feinspinnen 639. E. Nacharbeiten 640.

Drittes Kapitel. Woll-Spinnerei 640
I. Streichwoll-Spinnerei 640
A. Reinigung, Auflockerung und Oelung (Waschen, Wolfen) 641. B. Kratzen und Bandbildung 644. C. Vorspinnen 648. D. Feinspinnen 649. E. Nacharbeiten 653. F. Maschinen-Sortiment 654.
II. Kammwoll-Spinnerei 654
A. Reinigung, Auflockerung und Oelung 654. B. Kämmen mit seinen Vorbereitungsarbeiten 655. C. Vorarbeiten zum Spinnen 657. D. Spinnen 659. a. Deutsches System 660. b. Englisches System 661. c. Französisches System 662. E. Nach- und Vollendungsarbeiten 662.
III. Halb-Kammwoll-Spinnerei 663

Viertes Kapitel. Seiden-Spinnerei 664
I. Verspinnen der Rohseide 664
A. Spulen 664. B. Zwirnen 664. C. Sortiren 665. D. Haspeln, Spulen 666. E. Kochen oder Schälen 666.
II. Verspinnen der Seiden-Abfälle 667

Dritte Gruppe.

Weberei 669

Erster Abschnitt. Definition und Konstruktion der Gewebe . 669

Zweiter Abschnitt. Erzeugung der Gewebe 677

Seite

Erstes Kapitel. Im Allgemeinen 677

I. Bewegung der Kette 677
A. Schaltbewegung 679. B. Arbeitsbewegung 681. 1) Durch Schäfte und Tritte 681. 2) Durch Schäfte und Zugschnüre 686. 3) Durch Schäfte und Platinen 687. 4) Durch Harnisch und Platinen 693. C. Einige besondere Anordnungen für die Bewegung der Kette 697. 1) Für Doppelgewebe 697. 2) Für Hohlgewebe 698. 3) Für Sammtgewebe 698. 4) Für Gaze-Gewebe 699.

II. Bewegung des Schussfadens 700

III. Breithalten des Gewebes 711

IV. Die Webstühle 712

Zweites Kapitel. Vorarbeiten zum Weben 718

I. Vorbereitung der Kette 718
A. Kettenscheren 718. B. Schlichten 722. C. Einziehen 726. D. Spulen 727.

Dritter Abschnitt. Verschönerungs-, Vollendungs- und Nacharbeiten 729

Erstes Kapitel. Verschönerungs-Arbeiten 730

I. Reinigungsarbeiten 730
A. Waschen 730. B. Trocknen, Spannen 735.

II. Arbeiten zur Erzeugung ebener, gleichförmiger und glatter Oberflächen 741
A. Herstellung gleichförmiger Oberflächen 741. 1) Sengen 741. 2) Scheren 744. 3) Rauhen 749. 4) Bürsten 752. B. Herstellung glatter und glänzender Oberflächen 752. 1) Füllen, Stärken 753. 2) Glätten 754. a. Pressen 755. b. Kalandern 755.

Zweites Kapitel. Die Vollendungs- und Nacharbeiten 759
I. Filzen, Walken 759. A. Stosswalken 760. B. Druckwalken 761. II. Sammtschneiden 764. III. Legen, Messen 764.

Vierter Abschnitt. Die Fabrikation einzelner gewebter Stoffe 765

Erstes Kapitel. Baumwoll-Weberei 765
I. Eintheilung und Benennung der hauptsächlichsten baumwollenen Gewebe 765. II. Das Weben 766. III. Die Appretur 867.

Zweites Kapitel. Leinen-Weberei 769
I. Eintheilung und Benennung der hauptsächlichsten Leinen-Gewebe 769. II. Das Weben 770. III. Die Appretur 770.

Drittes Kapitel. Die Fabrikation der wollenen Zeuge . . . 771

I. Streichwollene Zeuge 771
A. Tuchfabrikation 772. B. Fabrikation tuchartiger Stoffe 778.

II. Kammwollene Zeuge 779
A. Eintheilung und Benennung 779. B. Das Weben 780. C. Nach- und Vollendungsarbeiten 781.

Viertes Kapitel. Die Fabrikation der Seidenstoffe 781
I. Eintheilung und Benennung 781. II. Das Weben 782. III. Nach- und Vollendungsarbeiten 783.

Seite

Vierte Gruppe.

Papier-Fabrikation 784

Erster Abschnitt. Allgemeines, sowie Gewinnung und Eigenschaften der Materialien 784

I. Allgemeines 784
II. Gewinnung und Eigenschaften der Materialien 786
A. Lumpen 786. B. Lumpensurrogate 787. 1) Holzstoff 788. 2) Strohstoff 794.

Zweiter Abschnitt. Erzeugung des Papiers 795

Erstes Kapitel. Darstellung des Zeuges 795
I. Das Sortiren und Schneiden der Lumpen 795
II. Das Reinigen der Lumpen 801
A. Die trockene Reinigung 801. B. Die nasse Reinigung 803. 1) Kochen 803. 2. Waschen 808.
III. Zerkleinern (Mahlen) 809
IV. Nebenarbeiten bei der Zeugbereitung 816
A. Bleichen 817. B. Mischen, Füllen etc. 820. 1) Mischen 820. 2) Füllen 823. 3) Bläuen 823. 4) Leimen 824.

Zweites Kapitel. Bildung des Papiers 826
I. Bildung des Papiers durch Handarbeit 827
A. Schöpfen 827. B. Gautschen 829. C. Pressen 829. D. Trocknen 830.
II. Bildung des Papiers auf Maschinen 831
A. Zeugbehälter mit Zubehör 831. B. Die Form mit Zubehör 838. 1) Die gerade Form 838. 2) Die zylindrische Form 843. C. Der Gautschapparat 843. D. Der Trockenapparat 844. E. der Aufwickelapparat 845.
III. Die Papiermaschinen 845
A. Mit gerader Form 845. B. Mit zylindrischer Form 847.

Drittes Kapitel. Vollendungsarbeiten 848
I. Wasserzeichen 849. II. Leimen 849. III. Satiniren 851. IV. Zerschneiden 853. V. Sortiren, Falten, Zählen 854. VI. Sorten und Formate 855. VII. Fabrikation der Pappe 857.

Dritter Abschnitt. Fabrikation besonderer Papiergattungen . 860

Erstes Kapitel. Fabrikation gefärbter Papiere 860
I. Im Zeuge gefärbte Papiere 861
II. Im Blatt gefärbte Papiere 868

Zweites Kapitel. Fabrikation der Buntpapiere 868
I. Farben 869
II. Bindemittel 870
III. Auftragen 871
IV. Trocknen 875
V. Nacharbeiten 875
A. Glätten 875. B. Satiniren 876. C. Firnissen und Lackiren 877.
VI. Darstellung verschiedener Buntpapiere 877
A. Einfarbige 877. B. Gemusterte 878. C. Gepresste 881. D. Tapeten 884.
VII. Besondere Arten des Papiers 889
Alphabetisches Sachregister 893

Alphabetisches Verzeichniss

der

mit abgekürzten Titeln zitirten Zeitschriften und Werke.

Allgem. deutsch. Polyt. Zeit. — Herausgeg. von H. Grothe. Berlin 1873—1877.

Arbey, Scierie. — Arbey, Fd. & Cmp. Travail mécanique du bois et des metaux. Paris.

Bayr. Industr.- u. Gew.-Blatt. — Bayrisches Industrie- und Gewerbe-Blatt. Herausgeg. vom Polytechnischen Verein zu München 1865—1877.

Berliner Verh. — Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. Berlin 1822—1877.

Bolley, Chem. Techn. — Bolley, Dr. P. A., Handbuch der chemischen Technologie. 7 Bände. Braunschweig.

Bulletin d'Enc. — Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. Paris 1802—1877.

Centralbl. f. Textil-Ind. — Centralblatt für Textil-Industrie. Spezial-Organ für Flachsbau und Leinen-Industrie, sowie für Wollzüchtung und das gesammte Wollengewerbe. Herausgeg. von Sonntag. Berlin 1873 etc.

Civil-Ing. — Der Civilingenieur. Zeitschrift für das Ingenieurwesen. Herausgeg. von Bornemann, später von Hartig. Leipzig 1853—1877.

Deutsch. Gew.-Zeit. — Illustrirte deutsche Gewerbe-Zeitung. Redigirt von F. Wieck, später von Dr. Dammer. Leipzig 1860—1877.

Deutsch. Ind.-Zeit. — Deutsche Industrie-Zeitung. Herausgeg. von Binder. Chemnitz 1860—1877.

Deutsches Wollen-Gew. — Zeitschrift für die gesammte Wollen-Waaren-Industrie. Herausgeg. von H. Söderström. Grünberg in Schl. 1868—1877.

Dingler's Journ. — Polytechnisches Journal. Herausgeg. von J. G. u. Dr. E. M. Dingler, fortges. von J. Zeman und F. Fischer. Band 1—225. Stuttgart und Augsburg 1820—1878.

Engineer. — The Engineer. Office for advertisements and publications. London 1858—1878.

Engineering. — An illustrated weekly journal. Edided by W. Maw and F. Dredge. London 1854—1877.

Hart, Werkzeugm. — Hart, F., Die Werkzeugmaschinen für den Maschinenbau zu Metall- und Holzbearbeitungen. 2. Aufl. Heidelberg 1874.

Hartig, Leist. d. Werkzeugm. — Hartig, Dr. E., Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Arbeitsmaschinen. Mittheilungen der Polytechn. Schule zu Dresden. 1864, 1869, 1873.

Heusinger, Handbuch. — Heusinger v. Waldegg, Handbuch für spezielle Eisenbahn-Technik. 3. Aufl. Leipzig 1873.

Hütte. — Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. Berlin 1855—1877.

Jobard, Bulletin. — Bulletin du Musée de l'Industrie publié par J. Jobard. Bruxelles 1842—1877.

Karmarsch-Katalog. — Karmarsch, K., Katalog der Werkzeug-Sammlung an der polytechnischen Schule zu Hannover. Hannover 1870.

Karmarsch-Hartig, Mech. Technol. — Handbuch der mechanischen Technologie von K. Karmarsch. 5. Aufl. Herausgeg. von E. Hartig. Hannover 1875—1876.

Kerpely, Fortschritte. — Kerpely, A. K., Bericht über die Fortschritte der Eisenhütten-Technik. Leipzig 1866 etc.

Kronauer, Atlas. — Kronauer, F. H., Atlas für mechanische Tehnologie. Hannover, 1861—1862.

Kronauer, Zeichn. — Kronauer, F. H., Zeichnungen von ausgeführten, in verschiedenen Zweigen der Industrie angewandten Maschinen, Werkzeugen und Apparaten. 4 Bde. Zürich 1845 bis 1866.

Mitth. d. Hann. Gew.-Ver. — Mittheilungen des Gewerbe-Vereins zu Hannover. Hannover 1834—1876.

Muspratt, Chemie. — Muspratt's theoretische, praktische und analytische Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe. Frei bearbeitet von Dr. T. Stohmann, fortgesetzt von B. Kerl. 6 Bde. 2. Aufl. Braunschweig 1865—1870.

Organ. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung und Organ deutscher Eisenbahn-Verwaltungen. Herausgeg. von Heusinger v. Waldegg. Wiesbaden 1846—1877.

Percy, Metallurgie. — Percy, Die Metallurgie. Gewinnung und Verarbeitung der Metalle und ihrer Legirungen. Deutsch von Dr. J. Knapp und Dr. H. Wedding. Braunschweig 1862—1870.

Polyt. Centr. — Polytechnisches Centralblatt. Herausgeg. von F. Hülse, fortgesetzt von E. Hartig. Leipzig 1835—1876.

Polyt. Mitth. — Polytechnische Mittheilungen. Herausgeg. von Volz u. Karmarsch. 3 Bde. Tübingen 1844—1846.

Prakt. Masch.-Constr. — Der praktische Maschinen-Constructeur. Zeitschrift für Maschinen- u. Mühlenbauer. Herausgeg. von W. Uhland. Leipzig 1868—1877.

Publ. ind. — Publication industrielle des machines, outils et appareils etc. employés dans les différentes branches de l'industrie. Par Armengaud. Vol. 1—25. Paris 1840—1877.

Richards Wood-working mach. — Richards, J., A treatise on the construction and operation of wood-working machines. London 1872.

Schweiz. Pol. Zeitschr. — Schweizerische Polytechnische Zeitschrift. Winterthur 1856—1870.

Scientific Americ. — Scientific American. New-York 1865—1877.

Techn. Lexic. — Technisches Lexicon für Gewerbe und Industrie. Dritte Aufl. von Karmarsch und Heeren's «technisches Wörterbuch» bearbeitet von T. Kick und Dr. W. Gintl. Prag 1876. (Im Erscheinen.)

Techn. Encyklop. — Technologische Encyklopädie. Herausgeg. von Prechtl. Stuttgart und Wien. 20 Bände. 1830—1853. Mit 5 Bdn. Supplementen, herausgeg. von Karmarsch. 1857—1869.

Wagner's Jahresber. — Jahresbericht über die Fortschritte der chemischen Technologie. Herausgeg. von Dr. F. Wagner. Leipzig 1855—1877.

Wiebe, Maschinenbaum. — Wiebe, F., Handbuch der Maschinenkunde. I. Abth.: Maschinenbaumaterialien. II. Abth.: Bearbeitung der Maschinenbaumaterialien. Stuttgart 1858 u. 1861.

Wiebe, Skizzenbuch. — Wiebe, Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Eine Sammlung ausgeführter Maschinen etc. Berlin 1858—1876.

Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1857—1877.

Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wesen. — Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem Preussischen Staate. Herausgeg. von dem Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Berlin 1853—1877.

Einleitung.

Unter Technologie (Technologie, *Technology*) versteht man heutigen Tages die Lehre von den Mitteln und den Verfahrungsarten zur Umwandlung der rohen Naturprodukte in Gegenstände für den Gebrauch des Menschen. — Nur soweit als die Erzeugnisse der Kunst den rein individuellen Charakter des Erzeugers tragen, können sie von der Technologie ausgeschlossen werden. (Das Gemälde ist ein Kunsterzeugniss von individuellem Charakter; das nach demselben hergestellte Farbendruckbild aber ist ein Produkt im Sinne der Technologie).

Die Umwandlung eines rohen Naturproduktes in Gegenstände des Gebrauchs kann nur in Folge einer Aenderung seiner äusseren Form oder seines innneren Wesens (seiner Materie) vollzogen werden. In beiden Fällen aber ist diese Aenderung bestimmten Naturgesetzen unterworfen. Daher läst sich auch die Technologie definiren, als die Lehre von der Anwendung der Naturgesetze zur Herstellung physischer Gebrauchsgegenstände. Aus diesem Grunde bildet sie einen Zweig der angewandten Naturwissenschaften.

Diejenigen Zweige der Naturwissenschaften, auf deren Gesetze sich die Veränderungen der Naturkörper behufs ihrer Verarbeitung zurückführen lassen, sind Physik und Chemie. Die Chemie beschäftigt sich damit, das gegenseitige Verhalten der Körper zu ergründen, welches sich auf ihre innere Natur und deren Umwandlung bezieht; und die Physik hat zur Aufgabe, die Einflüsse zu untersuchen, welche die Naturkörper auf einander ausüben, ohne eine Umwandlung ihrer inneren Natur herbeizuführen. Sind in letzterem Falle hervorragend Raumveränderungen wahrnehmbar, so fallen die hierauf bezüglichen Untersuchungen in dasjenige Gebiet der Physik, welches sich als Mechanik besonders abgezweigt hat. — Es ist aus diesem Grunde naturgemäss auch die Technologie zunächst in zwei Hauptgebiete zu theilen: in die chemische und mechanische Technologie, so zwar, dass die chemische Technologie alle diejenigen Prozesse in ihren Bereich zieht, bei denen es sich wesentlich um eine Umänderung der Qualität, der inneren Körperlichkeit, der Substanz oder Materie handelt, während die mechanische Technologie sich mit den Untersuchungen derjenigen Mittel beschäftigt, deren Anwendung eine äussere Umgestaltung (Formänderung) bezweckt.

Um jedoch das Gesammtgebiet der Technologie, mit seiner erdrückend grossen Mannigfaltigkeit und Reichhaltigkeit übersehen und wissenschaftlich behandeln zu können, ist eine weitere Eintheilung innerhalb der zwei Hauptklassen geboten. — Diese Eintheilung kann von verschiedenen Gesichtspunkten aus getroffen werden.

Man kann z. B. das Gebiet in so viele Abschnitte theilen, als Beschäftigungen (Gewerbe) zur Anfertigung der einzelnen Gegenstände vorhanden sind, und jeden Abschnitt ganz unabhängig von den anderen betrachten (Schlosserei, Klempnerei, Kupferschmiederei, Böttcherei, Tischlerei, Gasfabrikation, Färberei, Brauerei u. s. w.) Diese Methode der Behandlung, welche die spezielle Technologie genannt werden muss, ist namentlich dann vorzuziehen, wenn es sich um einzelne Gewerbe oder um solche handelt, welche wenig gemeinsame Anknüpfungspunkte besitzen, wie dies bei den chemischen Gewerben der Fall ist, weil in der praktischen Handhabung der chemischen Gesetze solche Verschiedenheiten obwalten, dass nur einzelne Gegenstände z. B. Feuerungsanlagen, Zerkleinerungs- und Trennungsapparate als einer grösseren Zahl dieser Gewerbe gemeinschaftlich angehörend, in Zusammenhang darzustellen sind.

Zweitens lässt sich die Eintheilung nach Gruppen vornehmen; d. h. es lassen sich diejenigen Beschäftigungen, welche in ihren Prozessen, Mitteln, Manipulationen etc. viele Aehnlichkeit und Gleichheit besitzen, in einer Gruppe zusammenfassen, und innerhalb dieser Gruppe, ohne Rücksicht ihrer Einzelheiten ordnen und untersuchen. Weil dadurch die Behandlung eine allgemeinere wird, so heist diese Art der Darstellung die allgemeine Technologie. — Die Methode der allgemeinen Technologie bietet nicht nur ein grosses Interesse, sondern sie wirkt am anregendsten und am fruchtbarsten, weil sie die Mittel zu gleichen Zwecken zusammenstellt, also übersichtlich macht und vergleicht, (wesshalb sie auch vergleichende Technologie genannt wird). Einer solchen Gruppeneintheilung ist namentlich das Gebiet der mechanischen Technologie fähig, indem z. B. alle Metallarbeiten, alle Holzarbeiten, die Spinnerei aller Faserstoffe, die Weberei aller Fäden, je für sich einzelne Gruppen bilden. Desshalb auch verdient hier die Behandlungsart der allgemeinen Technologie den Vorzug. — Da die Allgemeinheit um so grösser werden muss, je kleiner die Zahl der Gruppen wird, je mehr einzelne Theile des ganzen Gebietes zu Gruppen sich vereinigen lassen, so würde man in dem Augenblicke eine allgemeine Technologie in extenso erhalten, wo **alle** mechanischen Gewerbe auf eine gemeinsame Behandlungsart zurückgeführt, d. h. zu einer Gruppe vereinigt worden wären. Da diese Vereinigung aber wegen der Verschiedenartigkeit der Rohstoffe und der daraus erzeugten Gegenstände wohl nicht zu erreichen sein möchte, so ist auch die Bezeichnung «allgemeine Technologie« vorläufig nur innerhalb der einzelnen Gruppen gerechtfertigt.

In so fern nun, als man entweder die Aufeinanderfolge der Mittel zur Darstellung eines Gewerberzeugnisses (Fabrikates), vom Rohmaterial durch alle Stufen der Bearbeitung aufwärts bis zur Vollendung, dem Lehrgange der Technologie zu Grunde legt, oder als man diese Mittel betrachtet, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, in welchem Stadium des Arbeitsprozesses dieselben zur Verwendung gelangen, wird die Behandlungsweise wiederum verschieden. — Im ersteren Falle sind sowohl Wiederholungen häufig und unvermeidlich als auch strenge Aneinanderreihungen unausführbar. Im zweiten Falle können Wiederholungen fast ganz vermieden und die einzelnen Mittel zur besseren Vergleichung am nächsten zusammengestellt werden. Diese letztere Methode hat deshalb den Vorzug einer grössten Allgemeinheit innerhalb der Gruppen, verlangt darum aber auch besondere Prinzipien in der Vertheilung des Stoffes. Offenbar eignen sich als Grundlage für diese Art der Darstellung ganz besonders die Eigenschaften der zu bearbeitenden Materialien, indem sie doch eigentlich allendlich die Mittel bedingen, mit Hülfe deren die Umformung vollzogen wird.

Da die Formveränderung der Körper jedoch nur stattfinden kann:

1) durch Verschiebung der einzelnen Theilchen gegeneinander,
2) durch Trennung der einzelnen Theile von einander,
3) durch Vereinigung einzelner Theile mit einander,

so kommen nur zwei Eigenschaften derselben in Betracht: die Verschiebbarkeit der Theilchen gegeneinander und die Trennbarkeit (Theilbarkeit) derselben von einander.

In fast allen Fällen, wo es sich um eine Formveränderung handelt, bedarf man eines Hülfsmittels, welches die zur Verschiebung, Trennung, Vereinigung u. s. w. erforderliche Kraft von der Kraftquelle nach derjenigen Stelle führt und zur Wirkung bringt wo die Veränderung erfolgen soll. Dies Hülfsmittel im weiteren Sinne ist das Werkzeug und dessen Handhabung die Manipulation. Die Reihenfolge der Manipulationen bildet den Arbeitsprozess, und die Verschiedenheiten in den Prozessen liefern die Methoden. Darum ist das Werkzeug und dessen Manipulation von so grosser Bedeutung, und ein Hauptgegenstand der Technologie. — Das Werkzeug kann entweder direkt mit der Hand des Menschen geführt werden, dann ist es das Handwerkszeug, oder man lässt eine mehr oder weniger komplizirte Vermittlung zwischen der Kraftquelle und dem Werkzeuge eintreten: dann erweitert sich das Werkzeug zum Geräth und zur Werkzeugmaschine. — Geräth und Maschine sichern die dem Werkzeug zugewiesene Thätigkeit gewöhnlich in höherem Grade als das die Menschenhand vermag, theils dadurch, dass sie dem Werkzeuge eine beliebig grosse Kraft zuzuführen im Stande sind, theils dadurch, dass sie das Werkzeug zwingen, nach bestimmten, (streng geometrischen) Gesetzen zu arbeiten. Da deshalb in vielen Fällen die Maschine und das Geräth wünschenswerth, in andern Fällen nothwendig sind, so gehört auch ihre Darstellung bis zu einer gewissen Grenze in das Gebiet der Technologie —

Das vorliegende Lehrbuch hat nun zum Zweck die Lösung jener Aufgabe, welche in der obigen Skizze erläutert wurde, in möglichster Allgemeinheit zu fördern. Zu dem Zwecke sind aus dem Gesammtgebiet der mechanischen Technologie zunächst **vier** und zwar die bedeutendsten Gruppen zur Behandlung gewählt.

Die eine Gruppe, welcher der erste Theil des Werkes gewidmet ist, umfasst die Verarbeitung der Metalle und des Holzes.

Die drei anderen Gruppen, welche den Inhalt des zweiten Theils bilden, enthalten die Verarbeitung der Faserstoffe und zwar die Spinnerei, Weberei und Papierfabrikation.

Innerhalb der Gruppen sind soweit als thunlich die **Eigenschaften** der zu verarbeitenden Materalien als Grundlage für die Eintheilung angenommen worden, und somit diejenige Lehrmethode, bei welcher die Mittel betrachtet werden ohne Rücksicht auf das Stadium des Arbeitsprozesses bei welchem sie zur Verwendung gelangen.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Erste Gruppe.

Die Verarbeitung der Metalle und des Holzes.

Diejenige Gruppe auf dem Gebiete der mechanischen Technologie, welche die Verarbeitung der Metalle und des Holzes umfasst, ist deshalb unbedingt an die Spitze zu stellen, weil die Verschiedenartigkeit der einzelnen Materialien in Bezug auf die Wahl zu ihrer Verwendung, und die ausserordentliche Mannigfaltigkeit der aus dieser Gruppe hervorgehenden Arbeitserzeugnisse (Fabrikate) nicht nur den grössten und vollständigsten Arbeitsapparat erfordert und daher fast Alles enthält, was zum Verständniss verwandter Zweige gehört, sondern auch, weil sie an sich durch ihren so bedeutenden Umfang und die ungeheuere Zahl ihrer Einzelnheiten von der grössten Bedeutung ist.

Eine ausreichende Kenntniss der zu verarbeitenden Stoffe und ihrer Eigenschaften soll die Grundlage für die Erkenntniss und Auswahl der Fabrikationsmittel und Methoden sein. Diese Kenntniss hängt bei den Metallen zum Theil wesentlich mit ihrer Darstellung oder Gewinnung und beim Holze mit dessen innerem Bau zusammen. Desshalb bildet die Abhandlung über die Eigenschaften der Metalle und deren Legirungen und, soweit als zum Verständniss derselben nöthig erscheint, eine kurze Darstellung ihrer Gewinnung so wie eine Erörterung der Eigenschaften mit einer kurz gefassten Anatomie des Holzes den Gegenstand des ersten Abschnitts.

Verschiebbarkeit und Theilbarkeit sind diejenigen Eigenschaften der vorliegenden Materialien, auf denen der grösste Theil ihrer Verarbeitung beruht, während Festigkeit, Härte, Glanzfähigkeit, Farbe, Beständigkeit, spezifisches Gewicht, Preis u. s. w. über die Anwendung derselben zu bestimmten Gebrauchsgegenständen entscheiden. (Das Eisen findet wegen seiner Festigkeit, Beständigkeit und Billigkeit zu Bauzwecken, der Stahl wegen seiner Härte zu Werkzeugen, das Gold wegen seiner Farbe seines Glanzes und seiner Beständigkeit zu Schmuck, Münzen etc., das Holz wegen seiner Leichtigkeit zu Möbeln u. s. w. Anwendung.) —

Die Verschiebbarkeit der einzelnen Theilchen gegen einander ist je nach dem Aggregatzustande eines Körpers sehr verschieden, weil diejenige Kraft, welche die Verschiebung bewirken soll, sowohl in Richtung als Stärke sich mit dem Aggregatzustande ändert, indem sie am kleinsten ist, wenn der Körper sich im gasförmigen Zustande befindet, grösser wird bei dessen tropfbar-flüssigem Zustande und am grössten sein muss, wenn der Körper fest ist. Je nach dem Aggregatzustande eines Körpers werden daher die Mittel

zur Formänderung andere sein können, da es im gasförmigen oder tropfbarflüssigen Zustande desselben nur eines Gefässes bedarf, um eine bestimmte Form hervorzubringen, weil im einen Falle die Spannkraft, und im anderen Falle die Schwerkraft schon ausreicht, die Körpermenge in dem Gefässe dessen Gestalt annehmen zu lassen, während der feste Zustand des Körpers eine gewaltsamere Einwirkung zur Verschiebung der einzelnen Theile verlangt, da hier die Cohäsion einen grösseren Widerstand entgegensetzt.

Viele Körper lassen sich nun durch Zuführung von Wärme in einen flüssigen Zustand versetzen (Schmelzen) und daher auf Grund dieser Eigenschaft (Schmelzbarkeit) in eine andere Form bringen. — Die Eigenschaft, eine Formveränderung durch die Verschiebbarkeit der kleinen Theile zu erleiden, ist bei festen Körpern aber die Dehnbarkeit: darum sind Schmelzbarkeit, Dehnbarkeit und Theilbarkeit die Eigenschaften, durch deren Benutzung die Umgestaltung hervorgerufen wird. —

Die Betrachtung der Mittel, welche mit Benutzung der eben genannten Eigenschaften die Umgestaltung hervorrufen, macht den Inhalt des zweiten Abschnitts aus. — Diese Mittel sind der Natur der Sache nach entweder aktive oder passive d. h. entweder solche, welche durch ihre unmittelbare Einwirkung die Gestalt des Arbeitstückes verändern (z. B. Hammer und Ambos, Hobel, Säge), oder solche, die in der Regel nicht unmittelbar die Umgestaltung hervorrufen sondern nur dabei Unterstützung gewähren (z. B. Mittel zum Anfassen und Festhalten, Abmessen, Eintheilen, Besehen).

Da die Mittel der letzten Art bei dem Gebrauch der ersteren fast immer vorhanden sein oder demselben vorhergehen müssen, so ist es zweckmässig, sie auch in der Betrachtung voranzustellen, um so mehr als sie auch viel weniger von den Eigenschaften des zu verarbeitenden Materials abhängen. Sodann kommen diejenigen Mittel zur Erörterung, welche oben als aktive bezeichnet wurden, und zwar geordnet nach denjenigen Eigenschaften der Stoffe, auf denen die Verarbeitung beruht. An diese schliessen sich ferner die Mittel an, welche eine Formänderung durch Zusammenfügung bezwecken. Demnach enthält der zweite Abschnitt zunächst folgende fünf Kapitel.

Erstes Kapitel. Mittel zum Anfassen, Festhalten, Abmessen, Eintheilen und Vorzeichnen.

Zweites Kapitel. Mittel zur Verarbeitung der Materialien auf Grund ihrer Schmelzbarkeit (Metallgiesserei).

Drittes Kapitel. Mittel zur Verarbeitung der Materialien auf Grund ihrer Dehnbarkeit (Schmieden, Pressen, Prägen, Walzen, Ziehen, Biegen, Stampfen, Drücken etc.)

Viertes Kapitel. Mittel zur Verarbeitung der Materialien auf Grund ihrer Theilbarkeit. (Schneidende und scherende Werkzeuge).

Fünftes Kapitel. Mittel zur Verbindung und Zusammenfügung. (Schweissen, Löthen, Leimen, Nieten, Nageln, Schrauben; Verbindungen durch besondere Formungen).

Es gibt eine grosse Menge Metall- und Holzgegenstände, welche, nachdem sie in Form und Gestalt hergestellt sind, zur Verschönerung und Konservirung besonderen Operationen (Schleifen, Poliren, Bemalen, Vergolden, etc.) oder Prozessen (Beizen, Färben etc.) unterworfen werden. Auch diese Arbeiten sind wegen ihrer Gleichartigkeit zusammengestellt, und bilden den Inhalt des dritten Abschnitts.

Erster Abschnitt.

Eigenschaften der Metalle, der Legirungen und des Holzes.

A. Die Metalle und ihre Legirungen.[1])

Von den dem Chemiker bekannten und nützlichen Metallen kommt nur eine kleine Anzahl zur mechanischen Verarbeitung und zwar sowohl für sich als auch in verschiedenen Mischungen, den sog. Legirungen. Diese technisch wichtigen Metalle sind: Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Blei, Gold, Silber, Platin, Nickel, Antimon, Wismuth. Die, mit besonderen Gattungsnamen benannten, Legirungen sind: Gelbkupfer (Messing, Tomback), Bronze, Argentan, Britannia-Metall, welche unter sich eine grosse Anzahl Variationen je nach ihrer Anwendung und Zusammensetzung besitzen.

I. **Eisen.** (Fer, *Iron.*)[2])

Dieses für die Technik wichtigste Metall kommt in drei verschiedenen Modifikationen zur Verwendung, als Gusseisen, Schmiedeeisen und Stahl, deren Ausgangspunkt das hüttenmännisch aus den Eisenerzen gewonnene Roheisen ist.

Das Eisen wird nie in chemisch reinem Zustande zur Verarbeitung gebracht, weil ihm dann wichtige Eigenschaften abgehen, sondern immer mit anderen Substanzen verbunden. Unter diesen spielt namentlich der Kohlenstoff eine grosse Rolle, indem die Eigenschaften des Eisens wesentlich mit dessen Gehalt an Kohlenstoff zusammengehen. Chemisch reines Eisen ist je nach der Darstellung sehr spröde oder sehr weich. Eine Beimischung von Kohlenstoff ertheilt aber demselben einen bestimmten Charakter, der sich entweder in grosser Sprödigkeit verbunden mit leichter Schmelzbarkeit, oder in Weichheit (Mürbigkeit) verbunden mit schwerer Schmelzbarkeit ausspricht und zwar so, dass mit der Zunahme des Kohlenstoffs die Härte und Schmelzbarkeit, mit der Abnahme die Weichheit und Schwerschmelzbarkeit grösser wird. Der Kohlenstoffgehalt allein aber bedingt noch nicht den Charakter des Eisens, sondern namentlich auch die Art der Beimengung, je nachdem diese als chemische Verbindung oder als mechanische Mischung (Graphit) angesehen werden kann, indem die erste

---

1) J. Percy, Die Metallurgie, übertr. u. bearb. von F. Knapp u. H. Wedding. 4 Bde. Braunschweig, 1862. — B. Kerl, Grundriss der allgemeinen Hüttenkunde. Leipzig, 1872. — B. Kerl, Handbuch der metallurg. Hüttenkunde. 2. Auflage. 4 Bde. Leipzig. — C. Stölzel, Metallurgie. Braunschweig, 1863—65. — Muspratt's theoret. prakt. u. analyt. Chemie. Frei bearb. von Stohmann, fortges. von Kerl. 2. Aufl. 6 Bde. Braunschweig, 1865—70. — K. Karmarsch: Handbuch der mech. Technologie. 2 Bde. 4. Aufl. Hannover, 1866. — Wiebe: Maschinenbaumaterialien. Stuttgart, 1858. — A. Kerpely, Fortschritte der Eisenhütten-Technik mit Anhang, enthalt. die Fortschritte der anderen metallurg. Gewerbe. Leipzig, 1866—71. — C. Rammelsberg, Lehrbuch der chemischen Metallurgie. 2. Aufl. Berlin, 1865. — Wagner, Die Metalle und ihre Verarbeitung. 2. Aufl. Leipzig, 1866. 2) H. Wedding, Grundriss der Eisenhüttenkunde. Berlin, 1871. — A. Ledebur, Das Roheisen in Bezug auf seine Verwendung zur Giesserei. Leipzig, 1872. — A. Petzholdt, Fabrikation, Prüfung und Uebernahme von Eisenbahnmaterial. Wiesbaden, 1872. — Dürre, Wissenschaftlich techn. Handbuch des gesammten Eisengiesserei-Betriebes. 2 Bde. Leipzig, 1870. — Percy-Wedding, Eisenhüttenkunde. — A. v. Kaven, Collectionen über einige zum Brücken- und Maschinenbau verwendete Materialien. Hannover, 1869.

eine grössere Härte bei gleichem Gehalt mit sich führt. Der Kohlenstoff-Gehalt liegt zwischen 1/2 bis 5%, naturgemäss mit beliebig vielen Abstufungen und grosser Veränderlichkeit in den Eigenschaften des Eisens. Von diesen Abstufungen sind jedoch nur die drei oben genannten Modifikationen wegen ihrer hervorragenden Eigenschaften besonders wichtig. Ausserdem kommen noch einige Uebergänge in Anwendung.

1. **Roheisen.** (Ganzeisen). (Fer crue, Fonte crue, *Pig iron, Raw iron, Crude iron.*)

Das Roheisen, der Ausgangspunkt sämmtlicher Eisenmodifikationen wird grösstentheils in Hochöfen (Schachtöfen) durch Reduktion von Eisenerzen und Schmelzung verbunden mit Kohlung gewonnen, so dass der Kohlenstoffgehalt zwischen 2,3 und 5% zu liegen kommt. Je nachdem der Kohlenstoffgehalt mehr mechanisch beigemengt oder chemisch gebunden ist, sind die Eigenschaften verschieden. Man unterscheidet darnach zwei Unterarten: das graue (Fonte grise, F. tendre, *Grey pig iron*) und das weisse (Fonte blanche, *White pig iron*) Roheisen, weil der ausgeschiedene Kohlenstoff dem Eisen eine dunklere, der chemisch gebundene mehr die weisse (Natur-)Farbe des Eisens ertheilt. Es schmilzt bei starker Weissglühhitze 1100—1200° C. und lässt sich in Formen giessen, woher der Name Gusseisen (Fonte, F. de moulage. *Foundry pig, cast-iron*).

a. **Graues Roheisen.** Das graue Roheisen nüancirt in der Farbe zwischen Hellgrau und Schwarz. Das schwarze Roheisen (Uebergares Roheisen, Fonte noire, *Black pig*) ist von grauschwarzer Farbe, von grobkörnigem, schuppig krystallinischem Bruchansehen und sehr mürbe, daher von geringer Festigkeit und nicht dehnbar. Es ist für sich allein fast ganz unbrauchbar und wird selten absichtlich erzeugt. Die hellgrauen Sorten dahingegen haben ein feinkörniges Gefüge, sind weich aber nicht mürbe, daher von grösserer Festigkeit, zwar sehr wenig dehnbar, aber zu Giesserei- und anderen Zwecken sehr geeignet. Es schmilzt bei höherer Temperatur (1100 bis 1200° C.) als weisses Eisen, ist aber dünnflüssig und füllt die Form sehr gut aus, indem es sich im Augenblicke des Erstarrens ausdehnt.

b. **Weisses Roheisen.** Das weisse Roheisen enthält den Kohlenstoff grösstentheils chemisch gebunden, daher die helle bis ins silberweisse gehende Farbe. Der Bruch ist blätterig oder strahlig, öfters dicht wie geflossen und nicht körnig. Es ist sehr hart und spröde, so dass einzelne Sorten nicht von der Feile angegriffen werden, deshalb auch von geringer Festigkeit und nicht dehnbar. Es schmilzt bei niedrigerer Temperatur (1050 bis 1100° C.) als das graue Eisen, ist aber dickflüssig und füllt beim Giessen die Form schlecht aus. Zu Gusswaare ist es daher nur unter Umständen anwendbar. Zur Darstellung von Schmiedeisen und Stahl aber wird es vorgezogen, weil der chemisch gebundene Kohlenstoff sich leichter aus den Verbindungen herausbringen zu lassen scheint (Frischereiroheisen). Verschiedene Abstufungen des weissen Eisens haben bestimmte Namen erhalten. — Spiegeleisen (Fonte spéculaire, Fonte miroitante, Spiegeleisen, *Specular iron*) besitzt im höchsten Grade die Eigenschaften des weissen Eisens, ist sehr hart und spröde, von grossblätterigem silberweissem und stark glänzendem Gefüge. Dann kommt das blumige Roheisen mit feinstrahligem (blumigem) Gefüge und bläulich weisser oder bläulich grauer Farbe, hierauf folgt das luckige Roheisen (Weichfloss) mit porösem Bruch und bläulich weisser Farbe. Das grelle Roheisen (auch dünngrelles Weisseisen genannt) steht mit seiner weissgrauen Farbe und löcherigem Bruch ohne deutliches Gefüge dem grauen Eisen am nächsten.

Das graue und das weisse Eisen gemischt bilden das halbirte Eisen (Fonte truitée, *Mottled iron*); herrscht dabei das graue Eisen vor, so heisst es schwach halbirt; das Ansehen ist dann netzartig mit grösseren eingesprengten schwarzen Punkten: ist das weisse Eisen dahingegen vorwiegend, so nennt man es stark halbirt; das Ansehen ist weiss mit schwarzen Punkten, von kleinen Kügelchen des grauen Eisens herrührend.

Im geschmolzenen Eisen ist der Kohlenstoff stets aufgelöst enthalten, und da die Art, wie der Kohlenstoff im festen Eisen sich befindet, wesentlich von den Erstarrungsverhältnissen abhängt, und zwar so, dass bei langsamer Erstarrung der Kohlenstoff sich als Graphit abscheidet, während derselbe bei plötzlicher Abkühlung (Abschrecken) gebunden bleibt, so hat man hierin ein Mittel, sowohl graues Eisen in weisses (durch Abschrecken) als weisses in graues (durch langsames Abkühlen) zu verwandeln. Giesst man geschmolzenes Eisen in Formen aus guten Wärmeleitern, so schreckt sich die Oberfläche ab und bildet eine harte Rinde über einem weichen Kern, von oft beträchtlicher Dicke, oder es wird das Gussstück, wenn es klein ist, durch und durch hart. Die hiervon gemachte praktische Anwendung liefert den Hartguss (Fonte durcie, *Chilled work*). —

Ausser dem Kohlenstoff ist in dem Roheisen gewöhnlich noch eine Menge anderer Stoffe namentlich: Phosphor, Schwefel, Kiesel, Mangan, Titan, Molybdän Calcium, Magnesium, Vanadin Chrom etc. enthalten, wovon namentlich die drei ersten die Eigenschaften wesentlich zum Nachtheil ändern, während andere z. B. Mangan nicht nachtheilig einwirken. — Phosphor macht das Eisen dünnflüssiger und daher zu Kunstguss geeigneter aber auch in hohem Grade härter und spröder und vermindert demnach die Festigkeit und die allgemeine Anwendbarkeit. — Von Schwefel, (wenn sein Gehalt zwischen 0,1 und 0,5%) wird das Eisen dickflüssig, also zu scharfen Güssen unbrauchbar, und da auch die Festigkeit vermindert wird, zu vielen anderen Zwecken unanwendbar.

2. **Schmiedeisen.** (Fer maléable, F. ductile, *Maleable iron, Wrought iron, Soft iron.*)

Das Schmiedeisen hat von allen Eisenmodifikationen den geringsten Kohlenstoffgehalt, nämlich 0,5 bis 0,65%. Es ist desshalb bei so hoher Temperatur (2250° C.) schmelzbar, dass man es nur in ganz kleinen Quantitäten in Fluss bringen kann. In der Weissglühhitze nimmt es aber eine teigige Beschaffenheit an, so dass sich in diesem Zustande einzelne Stücke bequem zusammenkneten lassen.

Diese Operation heisst das Schweissen (Soudure, *Welding*) und die Eigenschaft, worauf sie beruht, die Schweissbarkeit. — Desgleichen kann man dieses Eisen bei starker Rothglühhitze durch Hammerschläge oder Pressen in jede beliebige Form zwängen (Schmieden, Forger, *Forge*). — Das Schmiedeisen besitzt einen sehr hohen Grad von Dehnbarkeit und Biegsamkeit, dagegen eine viel geringere Härte als Roheisen, so dass es sich leicht mit Stahlwerkzeugen bearbeiten lässt, und eine grosse Festigkeit.

Diese wichtigen Eigenschaften des Schmiedeisen werden sehr wesentlich beeinträchtigt durch fremde Beimischungen. — Die Anwesenheit von Schwefel oder Kupfer vermindert seine Festigkeit, namentlich in der Rothglühhitze, daher besonders seine Schmiedbarkeit und Schweissbarkeit. Schon 0,04% Schwefel und 0,5% Kupfer macht das Eisen unbrauchbar. Man nennt diesen Fehler Rothbruch. — Kaltbrüchig d. h. in der Kälte spröde und weniger fest, dahingegen leichter schweissbar, wird das Schmiedeisen namentlich durch einen Gehalt an Phosphor, der übrigens 0,5% gross sein darf, bis er schädlich wird. — Silicium (etwa 0,3%)

macht das Schmiedeisen spröder und härter, vermindert die Schweissbarkeit und Festigkeit und ist daher die Hauptursache des Faulbruchs. — Enthält das Eisen von der Darstellung her noch rohe (kohlenstoffreiche) Theile, so ist es hart und weder in der Wärme noch in der Kälte gut zu bearbeiten: es heisst dann rohbrüchig. — Das Eisen wird verbrannt oder überhitzt genannt, wenn es durch wiederholtes Erhitzen mürbe geworden ist. Ausglühen unter Luftabschluss und langsames Erkalten mit Ueberschmieden soll diesen Fehler beseitigen. — Von der Fabrikation her hat das Eisen häufig noch andere Fehler, wovon die wichtigsten folgende sind. Waren im Innern desselben Schlackentheile vorhanden, die das Zusammenschweissen verhinderten, so entstehen die unganzen (Cendreux, Pailleux, *Flawy*) Stellen, welche Schiefer (Paille, *Flaw*) heissen, wenn sie sich bei der Verarbeitung ablösen (abschiefern). Kleine unganze Stellen heissen Löcher, Aschlöcher, Aeschel. Langrisse sind feine Spaltungen, die vom Walzen herrühren. —

Bei der hohen Wichtigkeit, welche das Eisen in der Technik hat, und der grossen Gefahr, die mit dem schlechten Eisen so oft verbunden wird, ist es sehr erwünscht, Kennzeichen von der Beschaffenheit desselben vor der Anwendung zu besitzen. — Das Ansehen des Bruches und die Textur liefern gute Anhaltspunkte. Gutes Schmiedeisen zeigt einen körnig-zackigen Bruch (Fer grenu, *Grained iron*) von lichtgrauer Farbe. Das von Krystallrudimenten herrührende Korn geht in lang gestreckte Fasern über, wenn das Eisen von allen Seiten einen Druck erfährt (beim Walzen, Schmieden, Drahtziehen); solches Eisen heisst sehnig (Fer tenace, *Fibrous iron*). Die Zähigkeit und Festigkeit des sehnigen Eisens ist in der Richtung der Sehnen grösser als die des körnigen Eisens. Die Grösse des Korns nimmt ab (und damit auch die Sehnenbildung) mit der Zunahme des Kohlenstoffs (Feinkorn-Eisen, Fer aciéreux, *Fine grained iron*). Lange andauernde Erschütterungen (Hämmern im kaltem Zustande und dergl.) verwandeln die Sehnen wieder in Korn. — (Dass durch längere Zeit hindurch stattgehabte Erschütterungen z. B. bei Ketten, Drathseilen, Eisenbahnwagen-Achsen die Textur sich so verändert, dass ein feines Korn mit der Tendenz plötzlich zu brechen entsteht, wird neuerdings vielfach in Abrede gestellt). Eine dunkle Farbe des Schmiedeisen soll stetz glänzend eine helle Farbe matt erscheinen.

Rothbrüchiges Eisen (Fer cassant à chaud, F. métis, *Red thort iron*) hat eine dunkelgraue Farbe mit schwachem Glanz und eine fadige Textur.

Kaltbrüchiges Eisen (Fer cassant à froid, F. tendre, *Cold short iron*) zeigt eine hellweisse Farbe mit starkem Glanz und flache schuppige Körner.

Faulbrüchiges (haderiges) Eisen ist von sehr ungleichförmigem Ansehen; körnige Textur liegt neben faseriger.

Rohbrüchiges Eisen ist dadurch ausgezeichnet, dass eine grobkörnige Textur mit weisser Farbe abwechselt mit feinkörniger Textur und dunkler Farbe.

Verbranntes Eisen (Fer brulé, *Burnt iron*) ist erkennbar an dem grobkörnig-eckigen oder blättrigen Gefüge mit starkem Glanz.

Das Schmiedeisen kann auf zweierlei Art gewonnen werden, erstens direkt aus den Erzen durch Reduktion und Kohlung oder aus dem Roheisen durch Entziehung von Kohlenstoff. — Die erste Methode, die sog. Rennarbeit, hat der zweiten der sog. Frischarbeit gegenüber wenig Bedeutung mehr, weil sie nur noch an einzelnen Orten im Kleinen ausgeführt wird.

Die Frischarbeit, welche die Regel bildet, beruht darauf, dass man

dem Roheisen den Kohlenstoff durch Oxydation (Verbrennen) so weit entzieht, dass nur noch die zur Constitution des Schmiedeisens nothwendige Quantität (etwa 0,5%) zurückbleibt. Dies Verbrennen geschieht grösstentheils durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft, seltener durch andere sauerstoffhaltige Körper (z. B. Salpeter, Eisenoxyd etc.), wobei auch namentlich die Beseitigung der dem Schmiedeisen verderblichen Substanzen (Phosphor, Schwefel etc.) herbeigeführt wird. Der Frischprozess wird entweder im Heerde vorgenommen (Heerdfrischen) oder in Flammöfen (Puddelfrischen) oder in einem Gefäss (Bessemern, Windfrischen).

Beim Heerdfrischen werden Gusseisen-Stücke (Gänze) auf den Rand eines kleinen, viereckigen, vertieften, aus Gusseisenplatten (Zacken) gebildeten Heerd gelegt und von einem gegenüberstehenden Gebläse mit Hülfe von Brennmaterial (Holzkohlen oder gedörrtes Holz) tropfenweise eingeschmolzen. Durch dieses Einschmelzen wird nicht nur ein Theil Kohlenstoff direkt verbrannt, sondern es entsteht auch Eisenoxyd, welches letztere nun wieder auf den noch vorhandenen Kohlenstoff durch Abgabe von Sauerstoff so einwirkt, dass hiervon abermals ein Theil als Kohlenoxyd entweicht. Gleichzeitig bewirkt der Sauerstoff eine Oxydation verschiedener Beimengungen (Silicium, Phosphor, Mangan, etc.) woraus sich eine Schlacke (Frischschlacke) bildet. Das Eisen sammelt sich im Heerde in teigiger Beschaffenheit an und wird mit Brechstangen herausgehoben, (Rohaufbrechen) um derselben Operation noch einmal oder mehrere Male unterworfen zu werden. Zuletzt (beim Gareinschmelzen) entsteht das gefrischte Eisen, welches als Klumpen (Luppe Deul, Loupe, Masset, *Loop*, *Lumps*, *Ball*) aus dem Heerde genommen wird (Garaufbrechen). Die so gewonnene Luppe is von schwammiger Beschaffenheit, ganz von Schlacke durchzogen und wird von letzterer durch kräftiges Pressen in Quetschmaschinen oder durch Hämmern unter schweren Hämmern oder durch Walzen befreit (Luppenzängen). Durch das Zusammenschweissen der einzelnen Eisentheile verliert die Luppe beim Zängen auch die schwammige Structur und wird mehr homogen. —

Das Eisenpuddeln wird in Flammöfen (mitunter in rotirenden Oefen) in der Weise vorgenommen, dass man Gusseisen in der muldeartigen Vertiefung eines solchen Ofens von einer darauf stechenden Flamme, die in einem besonderen Feuerraum sich entwickelt, niederschmelzen lässt, und die an der Oberfläche entstehenden Eisenoxyde so lange unter die Masse rührt (Puddeln, Puddler, *Puddle*) bis ein sandartiger Zustand die Verwandlung des Roheisens in Schmiedeisen anzeigt. Darauf werden bei gesteigerter Hitze mit Hülfe von Brechstangen und vermöge der entstandenen Schweissbarkeit grössere Klumpen oder Bälle (Luppen) gebildet und diese wie beim Heerdfrischen dem Zängen unterworfen. Der Hauptvortheil des Puddelfrischens liegt in der Anwendung jeglichen Brennmaterials, da das Eisen nur mit der Flamme in Berührung kommt, in dem continuirlichen Betrieb, und der grösseren Produktivität. — Es ist daher auch das Puddeln die Regel in der Schmiedeisengewinnung geworden.

Das Bessemern findet zur Darstellung des Schmiedeisens wenig Anwendung; was sich darauf bezieht, wird bei der Bessemerstahlbereitung mit abgehandelt werden.

Durch das Zängen allein wird ebenso wenig alle Schlacke aus dem Eisen entfernt als eine solche Zusammenschweissung der Eisenmoleküle bewirkt, — wie für die weitere Verarbeitung und Verwendung nothwendig ist. Es ist vielmehr ein weiteres Durcharbeiten auch noch desshalb erforderlich, um den Kohlenstoff möglichst gleichmässig durch die ganze

Masse zu vertheilen. Dies wird durch wiederholtes Schweissen erreicht. Zu dem Zwecke wird das gezängte Eisen (Kolben) mit der Schere etc. zerschnitten, und dann die zusammengelegten und mit Draht gebundenen Stücke (Packete) in dem Schweissofen bis zur Schweisshitze erwärmt, unter den Hammer oder in das Walzwerk gebracht, und zu Stäben ausgeschmiedet oder gewalzt (Stabeisen, Walzeisen).

3. **Stahl.** (Acier, *Steel*).

Der Stahl steht im Kohlenstoffgehalt zwischen dem Schmiedeisen und dem Roheissn, indem dieser Gehalt zwischen 0,65 bis 2,0% beträgt. Dadurch erhält dies eigenthümliche Material noch zum Theil die Eigenschaften des Schmiedeisens, zum Theil die Eigenschaften des Roheisens, speziell des weissen Gusseisen. — Neuerdings ist von den Hüttenmännern der Begriff des Stahls in so fern verschoben als von ihnen jedes geschmolzene Produkt mit einem Gehalte an Kohlenstoff bis 2%, das durch eine homogene Textur das Geschmolzensein andeutet, Stahl genannt wird. —

Der Schmelzpunkt des Stahls liegt in einer solchen Höhe (2000° C.), dass man von dessen Schmelzbarkeit technisch Anwendung macht. Ferner ist der Stahl dehnbar (schmiedbar) und schweissbar. Seine natürliche Härte liegt zwischen der des Schmiedeisens und des Roheisens, dieselbe kann aber beliebig bis zur Härte des Spiegeleisens gesteigert werden. Diese letzte Eigenschaft im Verein mit der Dehnbarkeit macht den Stahl zu einem unschätzbaren Material für schneidende Werkzeuge und solche Fälle, wo grosse Härte erwünscht ist. Die grösste Härte (Glashärte) entsteht durch plötzliches Abkühlen (Härten) des glühend gemachten Stahls, z. B. in Wasser. Auf solche Weise glashart gehärteter Stahl ist in den wenigsten Fällen (Feilen sind glashart) wegen der grossen Sprödigkeit, die derselbe besitzt, anzuwenden. Desshalb ist es von der grössten Wichtigkeit, dass man durch allmähliches Erwärmen (Anlassen, Recuire, Faire revenir *Temper, Let down*) des glasharten Stahls jeden Härtegrad zwischen Glashärte und natürlicher Härte erzeugen kann. — Bei einem bestimmten Härtegrad hat der Stahl eine ausserordentliche Federkraft (Stahlfedern).

Die Operation, welche das Hartmachen des Stahls bezweckt (Härten Tremper, *Harden*) und gewöhnlich in Eintauchen des glühenden Stahls in kaltes Wasser (Härte-Wasser) seltener und bei kleinen Gegenständen in Oel, Talg etc. besteht, erfordert je nach der Beschaffenheit des Stahls und der Form sowie Grösse des zu härtenden Stückes Umsicht und Vorsicht besonders deshalb, weil der Stahl sein Volumen während des Härtens verändert. — So wie beim plötzlichen Abkühlen des flüssigen Roheisens der Kohlenstoff keine Zeit gewinnt sich auszuscheiden, so scheint auch beim plötzlichen Abkühlen des Stahls die Zeit zu gering, um den Stahltheilchen genügend Gelegenheit zu bieten vollständig in ihre alte Lage zurückzukehren: desshalb bleiben sie in einem gespannten Zustande, der seinerseits wieder abhängt von dem Hitzegrade, bei dem die Härtung stattgefunden, und von der Temperatur des wärmeentziehenden Mediums. Je grösser der Hitzegrad des Stahls und je kälter das Abkühlungsmittel ist, um so grösser wird die innere Spannung und in Folge dessen die Härte und Sprödigkeit des Stahls ausfallen. Da nun andererseits offenbar dickere Stellen eines Stahlstücks sich langsamer abkühlen als dünnere, oder später eingebrachte Stellen sich auch später abkühlen und demnach eine andere (geringere) Spannung bekommen, so muss man beim Härten darauf sehen, dass alle Stellen sich gleichmässig und gleichzeitig abkühlen, dass sich also dünnere Stellen an demselben Stücke später abkühlen als dickere.

Die dickeren Stellen werden darum zuerst also voran ins Wasser getaucht (Rücken bei Rasirmessern und Säbelklingen u. s. w.)

Lässt man diese Regel unbeachtet, so können folgende Fälle eintreten; entweder geben die noch nicht gekühlten Theile der Ausdehnung der gekühlten Theile nach und beharren später in dieser Lage: dann ist die Folge eine Krümmung oder sonstige Formveränderung, welche man das Werfen (Ziehen, Verziehen, Déjeter, *Warp*, *Distort*) nennt (Feilen mit der flachen Seite aufs Wasser gebracht werden an dieser Seite convex), oder sie geben zwar nach, beharren aber bei ihrer eigenen nun eintretenden Abkühlung nicht in der Lage sondern dehnen sich ebenfalls gewaltsam aus: dann tritt in der Regel ein Springen (Reissen, Bersten, Criquer, *Crack*, *Clink*, Härterisse, Hartborsten, Crevasses, Criques, Gerçures, *Crack*) oder oft ein vollständiges Abtrennen (Zerspringen) ein.

Ist Stahl mit Schmiedeisen belegt (z. B. bei Lochbeiteln) so drängt der Stahl beim Härten das Schmiedeisen vor sich her, bildet eine konvexe Seite, die man dadurch verhindern kann, dass man sie vorher beim Abschmieden etwas koncav macht.

An Stücken von beträchtlichen Dimensionen tritt beim Härten häufig schon an der Oberfläche eine Abkühlung mit Zusammenziehung ein, während das Innere noch glühend ist und einen Gegendruck ausübt, der die fest gewordene Kruste zerreisst.

Wichtig ist es beim Härten des Stahls auf die Veränderung der Dimensionen Rücksicht zu nehmen, wenn diese nach dem Härten genau vorgeschriebene Grösse besitzen soll, wie z. B. bei Präg- und Lochstempeln, Matrizen, Bohrern verlangt wird. In solchen Fällen muss man diese und ähnliche Werkzeuge vorher soviel kleiner machen als der Ausdehnungskoeffizient vorschreibt, durchschnittlich um 3 %. — (Bei komplizirten Formen der Schneidstempel lässt man diese oft sogar ungehärtet, weil es schwer fällt, vorher die richtigen Dimensionen zu treffen).

In der Glühhitze überzieht sich der Stahl mit einer Oxydschicht, die zwar beim Härten gewöhnlich abspringt oder doch nachher leicht zu entfernen ist, aber sehr oft, namentlich bei kleinen Gegenständen und solchen mit fein ausgearbeiteten Oberflächen diese verderben. Um dies zu verhindern wird der Stahl vor dem Härten mit einer schützenden Decke überzogen, wozu sich namentlich eine Gemenge von Mehlkleister mit Kochsalz, oder Seife und auch Lehm in dünnen Schichten eignet. Kleine Stücke werden aus diesem Grunde oft durch Einsetzen gehärtet (Oberflächenhärtung) d. h. in einer Blechbüchse, die Holzkohle oder besser Thierkohle enthält, und gut mit Lehm verschmiert ist, zum Glühen gebracht und dann in's Wasser geworfen.

Durch Anwärmen des gehärteten Stahls verliert sich wieder nach und nach der gespannte Zustand der einzelnen Stahlpartikelchen und in Folge dessen die damit in Verbindung stehende Härte und Sprödigkeit, so dass man in diesem Anwärmen ein Mittel besitzt, einen gewünschten Härtegrad hervorzubringen, da dieser von der Hitze abhängt, bis zu welcher die Anwärmung stattfindet. Es kommt daher wesentlich dabei auf die Bestimmung des Erwärmungsgrades an. Die Erscheinung, dass sich ein blankes Stahlstück beim Erwärmen, mit einer äusserst dünnen Oxydschicht überzieht und je nach der Dicke dieser Haut verschiedene Farben annimmt, welche im inneren Zusammenhange mit dem Erwärmungsgrade stehen, bietet das einfachste und genügend sichere Merkmal für den Hitzegrad der Erwärmung. Diese Farben (Anlauffarben, Anlassfarben, Couleurs de recuit, *Tempering colours*) treten in folgender Weisse hintereinander

auf: Gelb, Roth, Violett, Blau. Jede von ihnen hat noch weitere Nuancen, wodurch folgende vollständigere Scale gebildet wird: Blassgelb, Goldgelb, Dunkelgelb, — Morgenroth, Purpurroth, — Violett, — Hellblau, Dunkelblau, — Meergrün. Je nach der Bestimmung des Stahlstückes wird dann bis zu einer gewissen Farbe erwärmt, um den verlangten Grad der Härte zu erhalten. Wohl ist dabei zu beachten, dass nicht alle Stahlsorten bei gleichen Anlassfarben auch gleiche Härte erhalten, weshalb man versuchsweise erst die Beziehung zwischen Härte und Anlassfarben feststellen muss. Ebenso ist es, unerlässlich sofort nach Erscheinen der Farbe mit dem Erwärmen einzuhalten oder das Stahlstück abzukühlen (durch Eintauchen in Wasser) um ein sog. Nachlaufen, das eine weitere Härteabnahme veranlasst, zu verhindern.

Das Anlassen erfordert ebenfalls Umsicht und Geschick des Arbeiters; namentlich bei grossen Gegenständen ist es schwierig, der Oberfläche eine ganz gleichmässige Farbe zu geben. Manche Kunstgriffe kommen daher in Anwendung z. B. erwärmte Platten, auf welche die Gegenstände geworfen werden, Metallmischungen, welche bei bestimmten Temperaturen schmelzen und in die man die Gegenstände dann eintaucht u. dergl.

Nachstehende kleine Tabelle enthält die Temperaturen für die verschiedenen Anlauffarben und die Verwendung des bei diesen Farben angelassenen Stahles.

221° — Blassgelb 232 — Goldgelb 243 — Dunkelgelb	Zu chirurgischen Instrumenten, Rasirmessern, Werkzeugen für Metallverarbeitung.
254 — Morgenroth 265 — Purpurroth 277 — Violett	Holzverarbeitungswerkzeugen, gewöhnlichen Schneidwaaren.
288 — Hellblau	Säbelklingen, Uhrfeder.
316 — Dunkelblau	Holzsägen.

In Bezug auf das Härten und Anlassen des Stahls ist noch zu erwähnen, dass man versucht hat, durch Härten in warmem Wasser das Nachlassen überflüssig zu machen.[1])

Sehr oft wendet man beim Stahlhärten sog. Härtepulver an. Die Zusammensetzung ist gewöhnlich so wunderbar und sinnlos, dass eine Aufzählung hier höchst ungeeignet erscheinen muss. — Dahingegen ist darauf aufmerksam zu machen, dass die Oberflächenhärtung von Stahl mit Anwendung stickstoffhaltiger Kohle (Leder, Horn, Huf, Blut-Kohle etc.) oder Stickstoff-Kohlenstoffverbindungen namentlich des sog. Blutlaugensalzes besser als mit gewöhnlicher Kohle von Statten geht, weshalb solche Verbindungen als Grundlage für Härtepulver etc. zu nehmen sind.

Auf der Bruchfläche zeigt der Stahl eine grauweisse matte Farbe und ein sehr gleichförmiges körniges Gefüge. Das Korn ist in Grösse verschieden, namentlich gross bei kohlenstoffreichem Stahl, ganz besonders fein, oft fast unsichtbar, bei bearbeitetem und gehärtetem Stahl. Dahingegen wird der Stahl nie sehnig. Durch wiederholtes starkes Erhitzen wird der Stahl mürbe, man nennt ihn dann verbrannt (überhitzt, Brulé, *Overburnt*) und erkennt diese Eigenschaft an einer grobkörnigen glänzenden Textur. Wegen der Gleichmässigkeit des Gefüges, und des Mangels an Graphit ist der Stahl im hohen Grade politurfähig, und in Folge der natürlichen Härte ist auch die Politur sehr dauerhaft.

---

1) Polyt. Centralbl. 1873. S. 1356.

Da bis auf Weiteres angenommen werden muss, dass der Kohlenstoff der wesentliche Bestandtheil des Eisens ist, welcher ihm die oben angeführten Eigenschaften ertheilt und zu Stahl macht und der Gehalt an Kohlenstoff zwischen dem des Roheisens und dem des Schmiedeisens liegt, so gibt es offenbar drei Methoden zur Darstellung des Stahles.

1) Gewinnung direkt aus den Eisenerzen
2) indem man dem Roheisen Kohlenstoff entzieht und
3) indem man dem Schmiedeisen Kohlenstoff zuführt.

Alle drei Methoden liefern zunächst den Rohstahl. (Acier brut, *Rough steel*).

Die erste, am wenigsten gebräuchliche Methode (Rennarbeit) producirt den sogenannten Rennstahl (Acier de mine, *Ore steel*).

Die zweite Methode kann auf verschiedene Weise zur Ausführung kommen.

a. Man entzieht dem Roheisen den Kohlenstoff durch Verbrennen des letzteren im Heerde oder im Flammofen vermittelst des atmosphärischen Sauerstoffs (Frischen). Dann erhält man den Frischstahl (*Pig iron steel*) (Heerdstahl, Puddelstahl).

b. Man vermischt das kohlenstoffreiche Roheisen mit dem kohlenstoffarmen Schmiedeisen. Das Resultat hiervon ist der Flussstahl.

c. Man verbrennt den Kohlenstoff im Roheisen durch den Sauerstoff zugesetzter Eisenoxyde. Dadurch entsteht der Erzstahl.

Die dritte Methode, welche darin besteht, dass man dem stark entkohlten Eisen (Schmiedeisen) wieder Kohlenstoff zuführt (Zementiren) liefert den Kohlungsstahl oder Zementstahl (Acier de cementation, *Wrought iron steel*).

Das Stahlfrischeu (Stahlzerrennen) wird also wie das Frischen des Schmiedeisens, entweder im Heerde vorgenommen (dann entsteht zuerst eine Masse (Stahlschrei), welche gezängt einen Rohstahl liefert, der Frischstahl, Heerdstahl, Schmelzstahl, Mock, Acier brut, A. de fonte A. de forge, *Rough steel*, *German steel*. genannt wird) indem man den Entkohlungsprozess früher unterbricht, als bei der Darstellung des Schmiedeisens, oder im Flammofen durch Puddeln, wobei dann Puddelstahl (Acier puddlé, *Puddling steel*) gebildet wird.

Eine besondere Methode des Stahlfrischens ist das Bessemern [1]) oder Windfrischen, welche den Bessemerstahl (Acier Bessemer, *Bessemer-steel*) liefert. Sie wurde im Jahre 1854 von einem Engländer Namens Bessemer zuerst ausgeführt und dann zu einer solchen Entwicklung gebracht, dass jetzt das grösste Quantum Stahl nach dieser Methode erzeugt wird. Der Prozess wird in birnförmigen Retorten (Convertor, Birne) vorgenommen, in deren Boden zahlreiche Oeffnungen sich befinden, die mit der Windleitung eines Geblässes in Verbindung stehen. Das, in der Regel in einem Kupolofen oder Flammofen, eingeschmolzene flüssige Roheisen wird in diese Birnen gefüllt und dann durch augenblickliches Anlassen des Gebläses atmosphärische Luft in zahlreichen Strahlen durch das Eisen getrieben. Hierbei verbrennt der Kohlenstoff und das Silicium mit solcher Heftigkeit, dass die entwickelte Wärme genügt, grosse Quantitäten Stahl, ja bei weiterer Entkohlung selbst Schmiedeisen, flüssig zu halten. Um Stahl zu gewinnen, kann man dabei entweder die Entkohlung rechtzeitig unterbrechen oder

---

1) L. Boman, Das Bessemern in Schweden in seiner jetzigen Praxis. Leipzig 1864. — Muspratt-Kerl, Chemie 2. Bd. S. 399. — O. v. Hingenau, Das Bessemern in Oesterreich. Wien 1865.

man entzieht dem Eisen allen Kohlenstoff und fügt dann hochgekohltes Roheisen in solchen Quantitäten zu, dass die richtige Mischung entsteht (englische Methode); in letzterem Falle wird das Produkt Flusstahl auch Homogenstahl (*Homogeneous steel*) genannt.

Durch Kippen der Birne (selten sind die Entkohlungsgefässe feststehend) wird der Stahl in ein grösseres Gefäss und aus diesem in kleinere (Eingüsse) gegossen und entweder so direkt in den Handel gebracht oder weiter verarbeitet.

Die schwedische Methode liefert besseren, gleichförmigen Stahl als die englische.

Der Hauptvortheil des Bessemerns besteht in der schnellen Entkohlung grosser Eisenmassen (5000 Kg. in 20 Min.) also in Massenproduktion, demnach in der Möglichkeit der Stahlverwendung im Grossen zu Eisenbahnschienen, Brückenträgern, Glocken, Achsen, Wellen, Kanonen u. s. w.

Die Erzeugung des Erzstahls, die früher nur in Tiegeln vorgenommen werden konnte, wird in neuester Zeit durch die verbesserten Einrichtungen, welche Siemens und Martin den Oefen (Flammöfen) gegeben haben, auch schon an verschiedenen Orten im Grossen betrieben, und scheint eine gute Zukunft zu haben.

Das Zementiren umfasst die dritte Hauptmethode der Stahlbereitung. Hierbei wird durch Zuführung von Kohlenstoff zum Schmiedeisen dieses in Stahl verwandelt, der demnach Zementstahl (Brennstahl) genannt wird. Diese Methode beruht auf der Erscheinung, dass Schmiedeisen in Kohle eingehüllt und bei Abschluss der atmosphärischen Luft einer entsprechenden Temperatur ausgesetzt, von aussen her Kohlenstoff aufnimmt, der sich nach und nach bis in's Innere fortpflanzt. Um Zementstahl zu bereiten, packt man Schmiedeisenstäbe in Thonkästen mit Kohle ein und setzt diese längere Zeit in Flammöfen (Zementiröfen) einer Hitze aus, die etwas unter der Schmelzhitze des Stahls liegt (Kupferschmelzhitze). Die nach genügender, an Probestäben erkannter, Kohlung aus den Kästen genommenen Stäbe zeigen auf der Bruchfläche eine verschiedene Kohlung, stärker am Rande, schwächer in der Mitte (Rosenstahl, Acier à la rose, *Rosesteel*) und an der Oberfläche ein blasiges Ansehen (Blasenstahl Acier boursoufflé, A. poule, *Blister-steel*) von bis an die Oberfläche vorgedrungenen Gasblasen herrührend, welche bei der weiteren Verarbeitung verschwinden.

Der Flussstahl, durch Zusammenschmelzen von Schmiedeisen mit Roheisen erhalten, wird ausser durch Bessemern, im Grossen ebenfalls in Flammöfen, nach dem sogenannten Martinprozess, in nicht unbeträchtlichen Quantitäten erzeugt (Martinstahl).

Ie nach der Art der Darstellung und der Wahl des Rohmaterials hat der Roh-Stahl verschiedene Eigenschaften und verschiedene Qualität. In letzterer Beziehung steht der Zementstahl deshalb oben an, weil das Schmiedeisen, aus dem Roheisen in möglichst reinem Zustande gewonnen, offenbar das beste Rohmaterial für Stahl liefert, weshalb man denn bei Herstellung feiner Stahlsorten diesen Umweg auch nicht scheut. Der Grund der verschiedenen Qualität selbst eines Stahlstückes an verschiedenen Stellen liegt namentlich in der ungleichmässigen Vertheilung des Kohlenstoffs. Desshalb werden fast sämmtliche Stahlsorten (Frisch-Bessemer-Zementstahl) vor ihrer Verwendnng einem Prozess unterworfen, welcher die möglichst gleichmässige Vertheilung des Kohlenstoffs und Beseitigung von Löchern (im Bessemerstahl) bezweckt. Dieser Prozess ist das Raffiniren, und liefert aus dem Rohstahl den Feinstahl (Edelstahl, Acier raffiné, *Refined steel*).

Das Raffiniren im engeren Sinne (Gärben) besteht darin, dass der Stahl, wie das Schmiedeisen wiederholt ausgeschmiedet (geplättet) wird indem man die Stahl-Stäbe zertheilt, zu Packeten (Garben) zusammenbindet, erhitzt und unter dem Hammer etc. schweisst.

Die zweite Art der Stahlverbesserung, welche zugleich die vorzüglichste ist, besteht in Umschmelzen und Ausgiessen d. h. in Erzeugung des Gussstahls (Acier de fusion, *Cast-steel*) — Bessemerstahl und Flussstahl sind schon streng genommen Gussstahl, beide Stahlgattungen werden aber sehr häufig auch noch in kleinen Mengen eingeschmolzen und dadurch erst in eigentlichen Gussstahl verwandelt. Das Schmelzen geschieht in feuerfesten bedeckten Tiegeln mit etwa 20—30 Kg. Einsatz, in sehr stark ziehenden Windöfen (Stahlschmelzöfen). Nach dem Schmelzen giesst man die Masse in eisernen Formen (Eingüsse) gewöhnlich von achteckigem Querschnitt, zu Barren, Stäben etc. aus (Werkzeugstahl).

Unter den verschiedenen Stahlsorten[1]) sind noch folgende bemerkenswerth.

Damaszener- oder damaszirter Stahl. Dieser Stahl besteht aus einem Gemenge von mehr oder weniger regelmässig neben einander liegenden Stahltheilen von verschiedenem Kohlenstoffgehalt, der deshalb, weil er an verschiedenen Stellen verschiedene Widerstandfähigkeit gegen Aetzmittel besitzt, durch Säuren verschieden stark angegriffen wird und daher an glatt gemachten Stellen Zeichnungen (Damast, Damaszirung) bekommt. Er wurde ursprünglich durch Schmelzen von Schmiedeisen zwischen Blättern und Holzspänen in Tiegeln erhalten, er heisst dann Wootz. Künstlich wird er dargestellt durch Zusammenschweissen von Schmiedeisen mit Stahl in dünnen Lamellen, welche nach dem Schweissen durch Recken, Winden, Drehen, Wiederzusammenschweissen etc. ebenfalls die oben erwähnte Eigenthümlichkeit in der Masse hervorbringen. — Der Damascener Stahl zeichnet sich durch eine sehr grosse Zähigkeit und Biegsamkeit aus und ist demnach für bestimmte Zwecke (Flintenröhren, Säbelklingen etc.) sehr brauchbar.

Silberstahl ist Stahl mit $^1/_5$ % Silber zusammengeschmolzen und durch grosse Gleichmässigkeit der Masse zu ganz feinen Schneidwerkzeugen beliebt. — Gewöhnlich ist der Silberstahl nur eine sehr feine Sorte Gussstahl ohne Silbergehalt.

Wolframstahl ist eine Legirung von Stahl mit 1 bis 3 % Wolfram. Die grosse Härte dieses Stahls ist bemerkenswerth.

Nickelstahl oder Meteorstahl. Eisen und Nickel legiren sich leicht und fast in allen Verhältnissen, weshalb es nicht recht begreiflich ist, dass zur Darstellung des Nickelstahls so sehr complizirte Vorschriften gegeben werden. Auch bei dieser Legirung scheint demnach die Güte des Stahls mehr von der durch das Umschmelzen hervorgebrachten Homogenität als von Nickelzusatz verursacht zu sein.

Zwischen den bestimmten Eisenmodifikationen Roheisen, Stahl und Schmiedeisen sind übrigens noch Uebergänge, welche ebenfalls, wenn auch seltener Verwendung finden, und hier noch anzuführen sind. — Ein Schmiedeisen mit hohem Kohlenstoffgehalt (0,65 %) hat eine stahlähnliche Beschaffenheit, ist hart (hartes Schmiedeisen) und von feinkörnigerem Gefüge (Feinkorneisen, Fine grains, *Steel iron*), welches nicht mehr sehnig wird. Der grossen Zähigkeit wegen findet es häufig Verwendung. — Ein sehr hoch gekohlter Stahl als Uebergang zum Roheisen, der Willerstahl (wilder Stahl, Acier sauvage, *Wildsteel*) genannt wird, hat eine sehr grosse natür-

1) Percy-Wedding: Eisenhüttenkunde I. 193.

liche Härte und noch so viel Dehnbarkeit, dass man durch Hämmern eine geringe Formänderung hervorbringen kann. — Man macht daraus die Zieheisen für Drahtziehereien.

II. **Kupfer.** (Cuivre. C. rouge, *Copper.*) [1])

Das Kupfer ist das einzige im Grossen dargestellte Metall von rother Farbe. Seine wichtigste Eigenschaft für die technische Verwendung ist die ausgezeichnete Dehnbarkeit, wodurch es befähigt wird, zu höchst dünnem Blech und Draht verarbeitet zu werden. Seine natürliche Härte ist gering, weshalb auch eine, übrigens leicht zu erzielende hohe Politur nach kurzer Benutzung vergeht. Hämmern und Walzen in der Kälte macht das Kupfer härter und dadurch spröder; durch Ausglühen verschwindet jedoch die Sprödigkeit wieder. Beim Glühen überzieht es sich mit einer dicken Schicht Oxyd, der beim Schmieden als Kupferhammerschlag abfällt. Das Kupfer schmilzt bei etwa 1100° C. In geschmolzenem Zustande zeigt es eine grüne Farbe; in Formen gegossen dehnt es sich aus (steigt in der Form) und wird gewöhnlich porös und blasig. Es füllt auch wegen seiner Dickflüssigkeit die Formen nicht aus, weshalb es nicht zu Gusswaare zu verwenden ist. Vor dem Schmelzen ist es so spröde, dass es sich mit einem Hammer leicht zerschlagen lässt. Nur in reinem Zustande hat das Kupfer die ausgezeichneten Eigenschaften der Dehnbarkeit und damit verbundenen Festigkeit. Häufig ist es verunreinigt und dann meistens warm oder kaltbrüchig. Reines Kupfer hat einen dichtkörnigen durch regelmässige dem regulären System angehörende Krystalle ausgezeichneten Bruch, der mitunter feinzackig, bei bearbeiteten Stücken sogar faserig wird. Am häufigsten ist das Kupfer mit Kohlenstoff (zu junges Kupfer) oder mit Kupferoxydul (übergares Kupfer Cuivre cassant, *Dry gopper*) verunreinigt. Zu junges Kupfer leidet an grosser Sprödigkeit, besonders in der Wärme (warmbrüchig) man erkennt es ziemlich sicher an der gelblich rothen, lachsähnlichen Farbe und dem zackigen stark glänzenden Bruchansehen. — Uebergares Kupfer ist kaltbrüchig, von dichtem, mattem Gefüge und von bräunlichrother (ziegelrother) Farbe.

Das Kupfer findet sich zum Theil in der Natur gediegen, zum grössten Theil aber wird es aus Erzen gewonnen, in denen es an Schwefel gebunden (Kupferkies, Buntkupfererz, Fahlerz) oder mit Sauerstoff verbunden (Rothkupfererz) oder endlich als Salz (Kupferlasur, Malachit) vorhanden ist. Es wird ausgeschieden durch die komplizirte Reduktion mit Schmelzung, zunächst als Rohkupfer, welches noch beträchtliche Mengen Eisen, Schwefel etc. enthält. Von diesen Verunreinigungen wird es durch das Garmachen befreit, welches in dem Garherde (Rosettirherde) geschieht. Durch Oxydation und Schlackenbildung trennt man diese Beimischungen und gewinnt das Garkupfer. Indem man die Oberfläche des geschmolzenen Garkupfers mit kaltem Wasser besprengt und die dadurch erstarrte Kruste abreist (Scheibenreissen, Spleissen) bekommt man unregelmässige runde Scheiben (Rosetten) von 0,3 bis 0,6 m im Durchmesser, welche als Rosettenkupfer (Cuivre rosette, *Rose copper*) schon Handelswaare bilden. Dieses Kupfer ist gewöhnlich oxydulhaltig (übergar). Durch nochmaliges vorsichtiges Einschmelzen unter Kohle wird es hammergar. Das hammergare Kupfer wird in der Regel in eisernen Formen zu

---

1) Percy. Metallurgie I. S. 246. — C. Bischoff. Das Kupfer u. seine Legirungen. Berlin 1865. — O. Byrne. The prentreal metal — workers assistent. Philadelphia 1869. S. 180. Ztschr. f. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wesen 1873 S. 283, 1874 S. 93.

Barren gegossen und kommt so als Barren- oder Plattenkupfer in den Handel. Durch Wiederholung dieses Prozesses (Raffiniren) entsteht das feinste Kupfer (raffinirtes Kupfer, *Best selected copper*).

III. **Zink.** (Zinc, *Zinc*, *Spelter*). [1])

Das Zink hat eine grauweisse, in's Bläuliche gehende Farbe, auf dem Bruche eine deutlich ausgebildete, krystallinische Textur mit starkem Glanz, wie aus einzelnen glänzenden Blättern zusammengesetzt und lässt sich gut poliren. Es schmilzt bei etwa 412 ° C., ist dünnflüssig und füllt in Formen gegossen, diese auf das Vollständigste aus, und liefert sehr feine Abgüsse, weil es sich im Augenblicke des Erstarrens ausdehnt. Das Zink gehört zu den spröden Metallen und lässt sich durch Hammerschläge leicht zertrümmern; es ist weicher als Kupfer, so dass es die Feile verschmiert und die Politur bald verliert. Während bei einer Erwärmung von 200 ° C. das Zink so spröde ist, dass es sich im Mörser pulvern lässt, nimmt es bei 100—150 ° einen solchen Grad von Dehnbarkeit an, dass es sich zu dünnem Blech auswalzen und zu Draht ausziehen lässt. Dabei wird das blättrige Gefüge durch langsamen Druck zerstört und in ein feinkörniges verwandelt. Diese Dehnbarkeit wird. aber durch Verunreinigung, namentlich mit Eisen, sehr vermindert.

In der Weissglühhitze verflüchtigt sich das Zink und lässt sich daher destilliren. Diese Eigenschaft wird bei der Darstellung und Reinigung desselben benutzt.

An der Luft und im Wasser überzieht sich das Zink schnell mit einer Oxydschicht, die allerdings die unter derselben liegenden Theile lange gegen weitere Zerstörung schützt und dadurch eine lange Dauer des Zinks (bei Dachdeckungen z. B.) veranlasst. In Säuren löst sich Zink mit grosser Leichtigkeit zu giftigen Salzen auf.

Das Zink kommt nicht gediegen in der Natur vor, sondern wird aus den Zinkerzen gewonnen. Diese sind entweder Schwefelverbindungen (Zinkblende) oder Sauerstoffverbindungen (das Rothzinkerz, Zinkoxyd mit Mangan und Eisenoxyd roth gefärbt) der Galmey (kohlensaures Zinkoxyd) und der Kieselgalmei oder das Kieselzinkerz.

Der Gewinnungsprozess zerfällt in zwei Theile, in die Röstung (zur Erzeugung von Zinkoxyd) und in die Reduktion (durch Kohle) mit Destillation in Retorten, Muffeln oder Röhren (belgische und schlesische Methode) oder in Tiegeln (englische Methode), welche das rohe Zink (Werkzink, Tropfzink) liefert, das zur Entfernung mechanisch beigemengter Verunreinigungen in Tiegeln oder gusseisernen Kesseln umgeschmolzen, in Stäben oder Platten gegossen, das Rohzink, Kaufzink liefert. Ein nochmaliges Umschmelzen bei gelinder Hitze veredelt das Zink (raffinirtes Zink.)

IV. **Zinn.** (Etain, *Tin*). [2])

Das Zinn zeichnet sich aus durch eine silberweisse Farbe, grosse Weichheit, so dass es sich zu dünnen Platten (Zinnfolie) auswalzen und schlagen lässt, und die Feile leicht verschmiert, eine hohe Politurfähigkeit (Spiegelbeleg) und grosse Beständigkeit an der Luft, sowie Unauflöslichkeit in schwachen Säuren. Bei einer Temperatur von etwa 100 ° ist die Geschmeidigkeit am grössten; weiter erwärmt (auf etwa 200 °) ist das Zinn mürbe, so dass es sich durch Hammerschläge oder Fallenlassen auf einen

---

1) Percy. Metallurgie I. S. 474. — Technol. Encyclop. Bd. 25. S. 418. 2) Muspratt-Kerl. Bd. V. S. 1470. Technol. Encyclop. Bd. 25. S. 433.

Stein zertrümmern lässt, wobei sich in der Regel Körner bilden. Der Bruch des Zinnes ist nicht krystallinisch ausgebildet, obwohl dieses Metall selbst im regulären System krystallisirt, sondern uneben, wie geflossen. Es schmilzt bei 228° C. und überzieht sich dabei schnell mit einer grauen Oxydschicht (Zinnkrätze), die bei längerem Erhitzen weiss wird und die sogenannte Zinnasche bildet. Geschmolzen ist das Zinn etwas dickflüssig und füllt die Formen nicht so gut aus, als wenn es mit Blei legirt wird. — Die Weichheit, Farbe und der Glanz des Zinns hängen wesentlich von seiner Reinheit ab, die sich durch ein eigenthümliches Geräusch (Zinnschrei) zu erkennen gibt, welches beim Hin- und Herbiegen einer Zinnstange entsteht. Kupfer (1 %) vermindert die Weichheit und beeinträchtigt die Farbe; Eisen, Blei, Arsenik machen ebenfalls die Farbe unansehnlich. — Das Zinn wird hüttenmännisch aus dem sogenannten Zinnstein oder Zinnerz (Zinnoxyd mit 78,6 % Zinn) gewonnen, indem das Erz erst durch mechanische Aufbereitung (Wascharbeit) vom tauben Gestein getrennt und durch Röstung in Schwefel und Arsenmetalle zersetzt werden. Aus dem so vorbereiteten Erz (Zinnschliege) wird in Flamm- oder Schachtöfen durch Reduktion mit Kohle und Schmelzung das Zinn (Werkzinn, Steinzinn) abgeschieden. Das Werkzinn wird entweder durch Schäumen (Schmelzen und Eintauchen grüner Holzstangen in die geschmolzene Zinnmasse) oder durch Pauschen (Schmelzen und Ausgiessen auf eine schräge, mit glühenden Kohlen bedeckte Platte) raffinirt. Das raffinirte Zinn wird entweder in Blöcken (Blockzinn) in Stangen (Stängeln) oder in dünnen zusammengerollten Platten (Rollenzinn) oder als Körnerzinn in den Handel gebracht. Das Zinn von der Insel Banca und der Halbinsel Malaca wird als das reinste geschätzt.

V. **Blei.** (Plomb, *Lead*).[1])

Das Blei besitzt eine lichtgraue (bleigraue) Farbe, eine grosse Weichheit, so dass es die Feilen sofort verschmiert und auf Papier einen deutlich blaugrauen Strich macht. Es lässt sich mit einem Messer leicht schneiden; der frische Schnitt ist sehr glänzend, wird aber, der Luft ausgesetzt, bald matt, weil das Blei sich äusserst schnell oxydirt. Es lässt sich leicht zu dünnen Platten (Bleipapier) auswalzen und zu Draht ziehen und pressen. Der Bruch zeigt ein gleichartiges, gleichsam geschmolzenes Ansehen. Bis fast zum Schmelzen erhitzt lässt es sich wie Zinn durch Hammerschläge oder Herunterwerfen auf einen harten Gegenstand leicht zertrümmern, wobei ein krystallinisch faseriges Gefüge zum Vorschein kommt. Bei 335° schmilzt es und überzieht sich dann bei Luftzutritt sehr schnell mit einer Oxydschicht, welche anfangs grau (Krätze, Cendre de plomb, *Lead-ashes*), dann gelb (Glätte) und endlich roth (Mennige) wird. Es füllt, in Formen gegossen, diese gut aus. Eine bemerkenswerthe Eigenschaft des Bleies ist sein grosses spez. Gewicht 11,445. und die Giftigkeit seiner Salze.

Das Blei findet sich in der Natur höchst selten gediegen, sondern fast immer entweder geschwefelt (Bleiglanz) oder oxydirt als verschiedene Salze. Der Bleiglanz und das kohlensaure Bleioxyd (Weissbleierz) bilden die Hauptmaterialien zur Bleigewinnung. Bei der Verhüttung des Weissbleierzes genügt eine einfache Reduktion durch Kohle zur Ausscheidung des Bleies, wenn nicht die gleichzeitige Gewinnung des dieses Erz begleitenden Silbers und Goldes den Process komplizirter macht. — Der Bleiglanz wird

1) Muspratt-Stohmann. 3. Aufl. Bd. I. S. 1107.

auf zweierlei Weise verhütet, entweder durch Röstarbeit oder durch Niederschlagsarbeit. Im ersteren Falle wird das durch Handscheidung abgesonderte, gepochte und durch Schlämmen von der Gebirgsart möglichst befreite Erz durch Rösten in Haufen, Stadeln oder Oefen, grösstentheils entschwefelt und dann das beim Rösten gebildete Bleioxyd durch Kohle in Schachtofen (Krummöfen) oder Flammöfen reduzirt. Bei der Niederschlagsarbeit wird das Erz mit granulirtem Roheisen (Eisengranalien) in Schachtofen zusammengeschmolzen, wobei das Eisen sich mit dem Schwefel verbindet. — Das erste Produkt der Bleiverhüttung ist das Werkblei oder Kaufblei (Plomb d'oeuvre, *Raw lead*, *Workable lead*). Letzteres ist Handelswaare, das erstere wird wegen des Silbergehaltes noch auf Silber weiter verarbeitet und liefert das Frischblei (Weichblei, Plomb raffiné P. doux, *Refined lead*). Kaufblei und Frischblei kommen in Mulden (Blöcken) gegossen auf den Markt.

VI. **Gold.** (Or, *Gold*).

Das Gold ist ausgezeichnet durch seine hochgelbe feurige Farbe, durch die hohe Politurfähigkeit und eine von keinem andern Metalle erreichte Dehnbarkeit, so dass sich Blätter (Blattgold, Goldschaum) von $\frac{1}{9000}$ Millimeter Dicke daraus schlagen und die feinsten Drähte daraus ziehen lassen. Es ist ferner sehr weich und nächst Platin und dessen Begleitern Osmium und Iridium der schwerste Körper, indem sein spezifisches Gewicht etwa 19,3 ist. Es gehört zu den sog. edlen Metallen, d. h. zu den Metallen, welche an der Luft, in Feuchtigkeit u. s. w. vollständig unveränderlich sind. Es schmilzt in der Weissglühhitze (1200 °) und hat dann eine bläulich grüne Farbe. Beim Erstarren zieht es sich zusammen und eignet sich demnach nicht zu Gussachen. Das Gold verbindet sich nicht direkt mit Sauerstoff und wird weder von Säuren noch Alkalien angegriffen, jedoch von chlorentwickelnden Flüssigkeiten (Königswasser) leicht in Goldchlorid verwandelt. — Das Gold findet sich in der Natur nur regulinisch (Gediegen-Gold, Or natif, *Native gold*) und wird daher auch nur durch mechanische Prozesse gewonnen, entweder durch Pochen und Schlämmen der Gangart (Waschgold, Orde lavage, *Wash gold*) oder durch Extraktion mit Quecksilber (Amalgamirung) und Entfernung des letzteren durch Glühen.

VII. **Silber.** (Argent, *Siiver*).

Das Silber zeichnet sich ebenfalls aus durch eine schöne, weisse Farbe, durch Annahme einer hohen Politur und eine sehr grosse Dehnbarkeit, so dass sich daraus mit Leichtigkeit Blech walzen und schlagen (Blattsilber bis $\frac{1}{4500}$ mm. Dicke) und Draht ziehen lässt. Es ist weicher als Kupfer und hat ein spez. Gewicht von durchschnittlich 10,5. Das Silber gehört zu den edlen Metallen und läuft in der Luft nur braun oder schwarz an bei Gegenwart von schwefelhaltigen Ausdünstungen, die Schwefelsilber erzeugen. Es schmilzt in schwacher Weissglühhitze bei etwa 1000 ° C.; dabei oxydirt es sich nicht, sondern verschluckt Sauerstoff, der beim Erstarren unter knisterndem Geräusch und Auswerfen von Silbertheilen wieder entweicht (Spritzen, Spratzen), so dass das Silber in Formen gegossen keine guten Abgüsse liefert. Bemerkenswerth ist noch die Eigenschaft des Silbers von schwachen Säuren nicht angegriffen zu werden; in Salpetersäure löst es sich aber leicht auf.

Das Silber findet sich in der Natur hauptsächlich gediegen als Gediegen Silber (Argent natif, *Native silver*) und in Verbindung mit Schwefel,

Quecksilber und Chlor. Zur Gewinnung desselben werden ausser dem Gediegen Silber noch hauptsächlich verwendet Silberglanz, (Glaserz) Sprödglaserz, (Schwarzgültigerz) Rothgültigerz, Weissgültigerz, Amalgam, Antimonsilber und Silberhornerz (Chlorsilber) und die silberhaltigen Blei-, Arsen- und Kupfererze. —

Die Extraktion des Silbers geschieht entweder dadurch, dass man die aufbereiteten Erze mit Blei zusammenschmilzt, wobei Schwefelblei und eine Bleisilberlegirung (Werkblei) entsteht oder indem man eine Legirung mit Quecksilber (Amalgam) bildet. Durch Oxydation des Bleies auf dem Heerde eines Flammofens (Treibheerd) durch das sog. Abtreiben (Treibarbeit) wird das Silber abgeschieden (Blicksilber). Bei dem Amalgamationsprozess wird das Quecksilber durch Glühen von Silber abdestillirt. Durch eine wiederholte Treibarbeit in porösen Gefässen (Testen), in deren Wand das Bleioxyd mit anderen leichtflüssigen Bleilegirungen sich hineinzieht (Feinbrennen) wird dann das Silber in reines Silber (Feinsilber, Brandsilber, Argent fin, *Fine silver*) verwandelt.

VIII. **Platin.** (Platine, *Platinum*).

Das Platin ist in sofern mit zu den technisch wichtigen Metallen zu rechnen, als es Eigenschaften besitzt, welche es für gewisse Verwendungen unentbehrlich machen. Es gehört zu den edlen Metallen und ist ebenso unveränderlich gegen Luft, Feuchtigkeit, Säuren, Alkalien etc. als Gold, dagegen härter als dieses und von grösserer Festigkeit. Es ist so streng-flüssig, dass es nur in besonderen Feuerungsanlagen in kleinen Quantitäten geschmolzen werden kann indem der Schmelzpunkt bei etwa 2500° C. liegt. In der Weissglühhitze ist es schweissbar. Die Dehnbarkeit des Platins ist sehr bedeutend (wie Silber), so dass man sehr dünnes Blech und feinen Draht daraus herstellen kann. Es hat von allen Metallen das höchste specifische Gewicht, nämlich etwa 21,5. —

Das Platin wird aus dem Platinerz (rohes Platin, Platinsand) dadurch gewonnen, dass man diese Erze mit Königswasser auszieht, diese Auflösung mit Salmiak versetzt und das gebildete Platinsalmiak glüht, wodurch regulinisches Platin (Platinschwamm, Platinmohr) entsteht und diesen Schwamm in der Weissglühhitze zusammenschweisst.

B. Legirungen. (Alliage, *Alloy.*) [1])

Es gibt in der Praxis der Metallverarbeitung eine Menge Fälle, wo das verwendete Metall bestimmte Eigenschaften besitzen muss, oder besitzen soll, um den Ansprüchen zu genügen, die entweder der Arbeiter oder Derjenige, der den fertigen Gegenstand in Gebrauch nimmt, daran stellt.

Die in den Gewerben verwendeten, einfachen Metalle genügen sehr oft diesen Bedingungen nicht. So ist das Kupfer bei allen seinen sonstigen ausgezeichneten Eigenschaften für die Giesserei vollständig unbrauchbar, weil es die Form schlecht ausfüllt und einen löcherigen Guss liefert. Das Zink lässt sich zwar sehr gut giessen, ist aber gegossen so spröde und leicht zerbrechlich, dass man es nicht verwenden kann, wenn es auf Festigkeit ankommt.

Die feurig gelbe Farbe des Goldes, die schöne weisse Farbe des Silbers, und die Eigenschaft beider Metalle, sich nicht zu oxydiren, machen

---

1) Muspratt-Kerl, Chemie. 3. Bd. S. 1068. Wagner's Jahresbericht 1860 S. 119. Dingler's Journal. 129. Bd. S. 438. — 213. Bd. S. 150. Allg. Gew.-Ztg. 1873. S. 1 u. f.

sie zu dem gesuchtesten Material für Schmuck und andere Luxusgegenstände; ihr hoher Preis macht sie dahingegen Wenigen zugänglich.

In solchen Fällen, wo nun einzelne einfache Metalle die gewünschten Eigenschaften nicht besitzen, hat man schon von Alters her Mischungen aus verschiedenen Metallen hergestellt, und die Zusammensetzung so gewählt, dass eine bestimmte Beschaffenheit in Bezug auf Härte, Festigkeit, Polirfähigkeit, Haltbarkeit, Gussfähigkeit, Farbe, Klangfähigkeit u. s. w. diese Mischungen auszeichnete. Dabei ist es allerdings bis heute noch nicht gelungen, Mischungen hervorzubringen, worin sich die Eigenschaften finden, die manches Metall allein besitzt. So gibt es keine Legirung von der rothen Farbe des Kupfers, keine von dem spez. Gewicht und der feurigen Farbe des Goldes.

Diejenigen Metallmischungen, welche durch Zusammenschmelzen zweier oder mehrerer Metalle nach ausprobirten Verhältnissen entstehen, nennt man Legirungen und, wenn Quecksilber mit angewendet wird Amalgame. Man kann sie als isomorphe Mischungen [1]) ansehen, deren Zusammensetzung ohne Aenderung der Form wechselt, und die entweder für sich vorhanden, oder in dem Ueberschuss des einen oder anderen Metalls aufgelöst sind.

Die letztere Annahme erklärt manche Erscheinungen die bei der Darstellung der Legirungen vorkommen. So verliert eine Legirung z. B. bei langsamer Abkühlung sehr oft ihre vollständig gleichartige Beschaffenheit: Dies kommt davon her, dass eine Mischung nach stöchiometrischen (chemischen) Verhältnissen sich aus der ganzen Masse mehr oder weniger ausscheidet, entweder, indem sie früher erstarrt als diese, oder länger flüssig bleibt. Das ungleiche spez. Gewicht an verschiedenen Stellen erklärt sich ebenfalls daraus.

Die Legirungen bilden aus oben angegebenen Gründen für die Metallarbeiter ein ebenso wichtiges Material, als die Metalle selbst. Es scheint desshalb nicht unzweckmässig, an dieser Stelle in geordneter Weise das zusammenzustellen, was von Wichtigkeit ist in Bezug auf die allgemeinen Eigenschaften derselben überhaupt, und die Eigenschaften der gebräuchlichen Legirungen insbesondere, sowie die Methoden ihrer Darstellung und ihre Zusammensetzung anzugeben.

Was die Eigenschaften der Legirungen im Allgemeinen anbetrifft, so kann natürlich nur von denjenigen hier die Rede sein, welche sich auf die Bearbeitung und die äussere Erscheinung (das Ansehen) derselben beziehen. Somit kommt in Betracht: die Schmelzbarkeit, Gussfähigkeit, Geschmeidigkeit, Farbe, Glanzfähigkeit und das spezifische Gewicht. Diese Eigenschaften sind grösstentheils von denjenigen sehr abweichend, welche die einzelnen Metalle besitzen, die in die Mischung gegangen sind, und dann auch besonders wieder bei gleichen Metallen von den Mischungsgewichtsverhältnissen abhängig.

Der Schmelzpunkt der Legirungen liegt nicht, wie man vermuthen sollte, bei dem arithmetischen Mittel derjenigen der einzelnen Bestandtheile, sondern in der Regel niedriger. Eine Legirung von 2 Th. Wismuth, 1 Th. Blei und 1 Th. Zinn schmilzt bei 94°, während das Mittel der Schmelztemperaturen 286° beträgt. Messing aus 3 Th. Kupfer und 1 Th. Zink schmilzt bei 912° bei dem arithmetischen Mittel 915°. Die Vorherbestimmung des Schmelzpunktes ist übrigens unmöglich, weil ein für alle Fälle ausreichendes Gesetz nicht bekannt ist.

---

1) Poggendorf. Annalen für Phys. u. Chem. Bd. 120. S. 54.

Die Gussfähigkeit eines Metalls ist die Eigenschaft desselben, die Gussform gut auszufüllen und feine, möglichst vollkommen ausgebildete Abgüsse zu liefern. Diese Eigenschaft hängt zusammen mit der Dünnflüssigkeit, den Erstarrungsverhältnissen und dem Schwindmass. Die Legirungen liefern gewöhnlich hierin günstigere Resultate als die Einzelmetalle. Manche zu Güssen unbrauchbare Metalle erlangen oft durch einen geringen Zusatz eines anderen Metalls eine ausgezeichnete Gussfähigkeit. Das zur Giesserei untauchliche Kupfer wird schon durch einen Zusatz von 1 Procent Zink oder Zinn gussfähig, und wie fein Mischungen von Kupfer mit mehr Zinn (die Bronze) sich ausgiessen, ist beknnnt genug. Letternmetall, welches grösstentheils aus Blei mit Antimon besteht, ist ein anderes Beispiel ausgezeichneter Gussfähigkeit.

Die Härte[1]) vieler Legirungen ist in der Regel grösser als diejenige des weichsten Metalls, das darin enthalten ist. Bei der, aus Kupfer und Zinn bestehenden Legirung «Bronze» ist die Härte z. B. 250, während die Härte des Zinns nur 27 ist, Messing hat die Härte 270 und das darin enthaltene Zink 183.

Die Streckbarkeit, das ist diejenige Eigenschaft eines Metalls, sich zu Blech walzen oder schlagen oder zu Draht ziehen zu lassen, ist bei einer Legirung immer geringer als die des darin vorhandenen streckbarsten Metalls. Ein sehr streck- oder dehnbares Metall verliert daher durch Legiren mit einem spröden Metall an Streckbarkeit. Beim Messing ist z. B. die Streckbarkeit geringer, als beim darin enthaltenen Kupfer und noch auffallender ist dies bei der Bronze der Fall, die fast gar nicht streckbar ist.

Die Fähigkeit, eine gute Politur anzunehmen, ist in der Regel bei Legirungen wegen ihrer Härte, und wenn die Masse gleichartig ist, ziemlich bedeutend. Mitunter sogar setzt man Legirungen zu dem Zwecke besonders zusammen, z. B. bei Anfertigung der Metallspiegel für physikalische Instrumente, wobei ein sehr hoher Glanz erzeugt werden muss.

Die Farbe der Legirungen hängt zunächst ab von der Farbe der in denselben vorhandenen Metalle. Mit Ausnahme des Kupfers und des Goldes, besitzen die anderen Metalle eine mehr oder weniger graue Farbe, die zwischen dem weissen Silber und dem grauschwarzen Gusseisen nüancirt. Diese Metalle, unter sich gemischt, behalten dic graue Farbe bei. Ein Zusatz von Kupfer ändert aber ihre Farbe sehr bedeutend ab: sie variirt von Grau bis Roth durch alle Töne des Gelb. Ebenso wird die feurige gelbe Farbe des Goldes durch jede Beimischung blasser.

Das spezifische Gewicht der Legirungen liegt theils unter, theils über dem arithmetischen Mittel, und nimmt im Allgemeinen zu und ab mit der Zu- und Abnahme desselben bei den einzelnen Metallen. Es hängt aber sehr wesentlich mit den Mischungsverhältnissen zusammen, und zwar so, dass man es mitunter zur Bestimmung der Zusammensetzung benutzt. So ist z. B. das spez. Gewicht einer Legirung von 1 Th. Blei und 3 Th. Zinn = 7,994; von 2 Th. Blei und 3 Th. Zinn = 8,497; von 3 Th. Blei und 3 Th. Zinn = 8,864; von 5 Th. Blei und 2 Th. Zinn = 9,77 u. s. w.

Bei der Herstellung der Legirungen muss mit Umsicht verfahren werden, wenn die Mischung gut gelingen und eine durch und durch gleiche Beschaffenheit erzielt werden soll. Diese Umsicht bezieht sich zunächst auf die Wahl des Materials, ob dieses rein oder unrein, und in welchem Grade mit fremden Substanzen versehen ist. Bei der Darstellung von

---

1) Dingler's Journal Bd. 152. S. 130.

Messing z. B., liebt man es, altes Messing zuzusetzen. Aus der Farbe desselben kann man wohl ziemlich annähernd die Zusammensetzung erkennen und danach die Verwendbarkeit beurtheilen; allein da man z. B. vor dem Einschmelzen die an demselben gewöhnlich vorhandenen Löthstellen nicht entfernt und demnach Zinn und Blei in Mischung bringt, wenn mit Schnelloth gelöthet gewesen ist, so bekommt die Legirung ganz andere Eigenschaften. Man sollte sich daher zur Regel machen, wenigstens immer dann reine Materialien zu nehmen, wenn die Verarbeitung der Legirung dadurch erleichtert wird. So unwesentlich es z. B. für ein Plätteisen aus Messing ist, ob das dazu genommene Material etwas Zinn oder Blei enthält, so wesentlich ist die Abwesenheit dieser Metalle für das Messing, welches zu Blech oder Draht bestimmt ist. Bei Anwendung solcher alten Legirungen soll man womöglich immer eine gewisse Menge reine Metalle zusetzen, um den Fehler der durch nicht hingehörige Metalle entsteht, weniger gross zu machen. Bei den werthvollen Metallen, Gold und Silber, bestimmt man sogar durch «Proben» erst genau den sogenannten Feingehalt und danach die Zusätze.

Ferner muss bei der Darstellung der Legirung auf die Reihenfolge gesehen werden, in welcher man die Metalle zusetzt und besonders auf die Hitze Obacht gegeben werden, bei welcher die Schmelzung vor sich geht.

Es wäre in Bezug auf den ersten Punkt entschieden zu verwerfen, wenn man zuerst etwa die flüchtigen oder verbrennenden Metalle (Zink, Antimon etc.) oder solche, die sich leicht oxydiren und in Krätze verwandeln (Blei etc.) in die Schmelzgefässe brächte und einschmölze und dann die anderen Zusätze machte, es sei denn, dass die Schmelztemperatur der Legirung sehr gering ist, oder die Mischung doch lange Zeit flüssig erhalten wird, wie unter Anderem bei der Zinngiesserei. — Gewöhnlich und am zweckmässigsten zerschlägt man das Rohmaterial in Stücke von passender Grösse und setzt alle Materialien gleichzeitig auf einmal oder in Chargen ein, weil sonst leicht Aufkochungen eintreten, die die Masse aus den Schmelzgefässen schleudern. Mitunter verfährt man auch anders, wie bei den einzelnen Legirungen angegeben werden soll, und gebraucht auch wohl besondere Kunstgriffe, um eine grosse Gleichförmigkeit zu erzielen.

Was die Hitze zum Schmelzen anbetrifft, so soll dieselbe im Allgemeinen nicht höher getrieben werden, als zum Schmelzen erforderlich ist. Durch eine zu hohe Schmelzhitze wird nicht allein ein grösserer Brennmaterialaufwand zur unnützen Nothwendigkeit, sondern auch häufig die Gefahr der Zersetzung, d. h. eine Entmischung entweder durch Verflüchtigung und Verbrennen oder durch später eintretende Ausscheidung einzelner Metalle herbeigeführt. Es scheint auch sehr wahrscheinlich, dass manche Eigenschaften der Legirungen von zu grosser Schmelzhitze zu ihrem Nachtheil beeinflusst werden. Bekanntlich hängt z. B. die Geschmeidigkeit des Zinks wesentlich mit ab von der Temperatur, bei der es geschmolzen wird, indem eine zu grosse Schmelzhitze das Zink spröder macht; ähnlich wirkt eine hohe Hitze auf manche Legirungen.

Beim Zusammenschmelzen der Metalle ist es überdies nothwendig, soviel als möglich die atmosphärische Luft mit ihrem oxydirenden Sauerstoff abzuhalten, um die Bildung von Oxyd (Krätze, Schaum, Asche) zu vermeiden, weil dadurch, ausser einem Verlust an Metall, auch eine andere Zusammensetzung der Legirung entsteht. Wenn sich dieser Luft-Zutritt nicht vermeiden lässt, so hat man bei dem Abwägen des Materialien darauf in so fern Rücksicht zu nehmen, als man von denjenigen Materialien,

die sehr leicht sich oxydiren (Zink, Blei etc.) etwas mehr zusetzt. In vielen Fällen benutzt man selbst die reduzirende Eigenschaft, z. B. der Holzflammen, um die Oxydation ganz zu umgehen, oder bedeckt zu gleichem Zweck die schmelzenden Metalle mit Kohlenpulver.

Das Zusammenschmelzen der Metalle zu Legirungen wird in den sogenannten Schmelzöfen und selten, weil unzweckmässig, in eisernen Löffeln vorgenommen, welche je nach dem Schmelzpunkt der Legirung, nach der auf einmal einzuschmelzenden Quantität, nach der Art der Weiterverarbeitung, nach dem Brennmaterial und manchen anderen Verhältnissen sehr verschieden sind. — Diese Schmelzöfen werden später bei den Giesserei-Utensilien behandelt werden.

Ausser einigen beim Stahl bereits erwähnten Legirungen[1]) (Wolframstahl, Nickelstahl etc.) werden Legirungen des Eisens selten absichtlich erzeugt, während die anderen technisch-wichtigen Metalle unter sich in unzähligen Mischungen zur Anwendung gelangen. Wir müssen uns auf die wichtigsten und gebräuchlichsten derselben beschränken.

1. Legirungen aus Kupfer und Zink.[2])

Kupfer und Zink lassen sich unter allen Verhältnissen zu homogenen Mischungen zusammenschmelzen. Diese Mischungen haben sehr verschiedene Eigenschaften, die gebräuchlichen aber eine mehr oder weniger gelbe Farbe, so dass man sie sämmtlich mit dem Namen Gelbkupfer (Cuivre jaune) bezeichnen kann. — Ein geringer Zinkzusatz zum Kupfer verändert schon dessen Farbe, indem diese einen Stich in's Gelbe bekommt; bis zu etwa 14 % Zink in der Masse bleibt diese rothgelbe Farbe, die bis 20 % bräunlichgelb, von da bis etwa 30 % hellgelb wird. Ueber 30 % hinaus nüancirt die Farbe wieder gelbroth, dann bei 48 % etwa goldgelb, dann nimmt die gelbe Farbe einen weisslichen Ton an (68 % Zink), die bei 70 % schon grau wird. Die bei 75 % Zink entstehende hellbleigraue Farbe geht nun nach und nach in die bläulichweisse des Zinks über. Die Legirung von roth-(braun)-gelber Farbe führt den Namen Tombak oder rothes Messing (Rothguss, Tombac, *Red brass*); sie besteht aus 98 bis 81 % Kupfer und 2 bis 19 % Zink, wovon aber die Mischung zwischen 12 und 19 % am häufigsten Anwendung finden. Wegen des grossen Kupfergehaltes ist Tombak die dehnsamste Legirung, wesshalb es sich zu sehr dünnem Blech (Blattern, unechtes Blattgold) und zu Draht ausziehen lässt. Wegen der rötheren Farbe eignet es sich vorzüglich zu Gegenständen, die vergoldet werden sollen. Es kommt unter sehr verschiedenen Namen vor (Pinchbeak, Pinschbeck, Semilor, Mannheimer Gold, Prinzmetall). — Diese Legirung ist häufig mit Zinn oder Blei, selten absichtlich, gewöhnlich durch Verwendung alten Kupfers oder Messings (mit Löthstellen oder Verzinnung) verunreinigt. Diese Verunreinigungen thun der Dehnbarkeit Eintrag.

Ist die Legirung hellgelb, so heisst sie Messing (Laiton, Cuivre jaune, *Brass, Yellow brass*); sie enthält dann zwischen 24—36 % Zink, also durchschnittlich 30 % Zink. Das Messing lässt sich noch sehr gut zu dünnem Blech walzen und schlagen (Rauschgold, Knittergold $^1/_{90}$—$^1/_{65}$ mm dick und zu Draht ziehen. Seine Härte ist grösser als die des Kupfers und

---

1) Percy-Wedding, Eisenhüttenkunde I. S. 193. 2) Bischof, Das Kupfer u. seine Legirungen. Berlin 1865. Percy-Knapp, Metallurgie I. S. 564. Muspratt-Kerl, Bd. III. S. 1079. Karmarsch. Technologie I. S. 51. Dingler's Journal Bd. 114 S. 203. Wagner's Jahresbericht 1860. S. 119. Wagner, Die Metalle und ihre Verarbeitung 1866. S. 273. 319.

des Tombaks, mit der Zeit aber wird es brüchig. Die Legirung mit 35 bis 40 % Zink lässt sich in der Glühhitze schmieden (schmiedbares Messing, Neumessing, Aichmetall, Sterrometall, Muntzmetall, Laiton malléable, *Muntz's metal*, *Yellow metal*). Man macht davon namentlich zu Schiffsbeschlägen statt des Kupfers Anwendung. Das Gelbkupfer lässt sich leicht schmelzen (bei etwa 920°) und liefert gute Gussstücke, weil es die Form gut füllt. Häufig setzt man absichtlich etwas Zinn oder Blei zu; letzteres etwa ½ % zugesetzt macht das Messing geeigneter zur Verarbeitung auf der Drehbank, ersteres vermehrt noch die Härte. — Die Darstellung des Messings geschah früher durch Zusammenschmelzen von Kupfer mit Zinkerz (Galmei, Blende) und Kohlenzuschlag. Die höchst ungleiche, von der Reinheit und Zusammensetzung der Zinkerze abhängende Beschaffenheit dieses Stückmessings (Rohmessings) hat zur Folge, dass jetzt fast nur noch Messing durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Zink in Tiegeln erhalten wird. Das geschmolzene Gut wird dann in Tafeln gegossen (Tafelmessing) oder in quadratischen Stücke (Stückenmessing), Beckenmessing, um weiter zu Blech und Draht verarbeitet zu werden. Das zum Guss bestimmfe Messing wird dahingegen direkt aus Kupfer, Zink und altem Messing zusammengeschmolzen. Oft bedient man sich auch der Flammöfen zum Einschmelzen des Messings, namentlich in den Messingblech- und Draht-Fabriken.

2. Legirungen des Kupfers mit Zinn.[1])

Diejenige Gruppe von Legirungen, welche den Hauptverhältnissen nach aus Kupfer und Zinn bestehen, heisst Bronze (ächte Bronze, Erz, Metall. Bronze, *Bronce*, *Hard brass*). Es ist demnach eine fehlerhafte Bezeichnung, wenn man Messinggegenstände mit dem Namen Bronze belegt, wie das häufig vorkommt, z. B. bei geprägten, gestanzten oder gepressten Gardinenhaltern und ähnlichen Verzierungen.

Die ächte Bronze ist die älteste Kupferlegirung, denn in der Blüthezeit der Griechen und Römer wurde ausser Zinn kein Zusatz gemacht; ebenso findet man in den Broncen der Pfahlbauten kein Zink.

Kupfer und Zinn lassen sich zwar ebenfalls in allen möglichen Verhältnissen zusammenschmelzen; — nach dem Gehalt des einen Metalls sind aber die Eigenschaften dieser Legirung sehr verschieden.

Ein kleiner Zusatz von Zinn zum Kupfer giebt diesem schon die Fähigkeit, sich fein ausgiessen zu lassen und beraubt es der Eigenschaft beim Giessen, blasig und löcherig zu werden. Ist dieser Zusatz nicht grösser als zwischen 1 bis 10 %, so behält die Legirung noch eine rothe oder rothgelbe Farbe und eine solche Dehnbarkeit, dass sie sich noch hämmern und strecken lässt, namentlich in der Rothglühhitze, bekommt jedoch schon eine Härte, welche weit grösser als die des Kupfers ist.

Mit dem vergrösserten Zusatz von Zinn nimmt zunächst die rothe Farbe immer mehr ab, so dass sie bei 12 % orangegelb, bei 15 % reingelb, bei 20 % gelblichweiss, dann weiter ganz weiss, bei 50 bis 65 % grauweiss und mit mehr als 65 % wieder weiss und zinnähnlich wird.

Desgleichen wächst mit dem Zinngehalt bis 28 % die Härte, die hier so gross ist, dass die Bronze von der Feile kaum angegriffen wird. Ueber

---

1) Bischof, Das Kupfer u. seine Legirungen. Berlin 1865. S. 224. Karmarsch, Technologie I. S. 57. Muspratt-Kerl, Bd. 3. S. 1109. Dingler's Journal Bd. 85. S. 378. Bd. 114. S. 199. Bd. 184. S. 245. — Wagner, Die Metalle u. ihre Verarbeitung. 1866. S. 302. — Pol. Centr. 1867. S. 914. 1869. S. 670. 1870. S. 677.

28 % Zinn hinauf nimmt die Härte wieder allmählich ab bis zur Härte des Zinns.

Die Dehnbarkeit vermindert sich im Allgemeinen mit dem Zusatz von Zinn. Während sie unter 4,75 % Zinn so gross ist, dass sich die Bronze noch kalt strecken und dehnen lässt, wird letztere bei 15—20 % Zinn stufenweise spröder und brüchiger bis zu 50 %, von wo dann die Sprödigkeit wieder abnimmt.

Zu den allgemeinen Eigenschaften der Bronze gehören noch: Politurfähigkeit, hoher Klang und eine eigenthümliche Veränderung, welche sich an der Oberfläche vollzieht, wenn sie der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird.

Die Politurfähigkeit ist wegen des dichten, gleichmässigen, feinkörnigen Gefüges, das bei sorgfältiger Herstellung entsteht, sehr gross; die Politur ebenfalls wegen der Härte und der geringen Neigung, sich in trockener Luft zu oxydiren, sehr haltbar.

Der Klang ist rein, wenn die Bronze rein ist. Es ist demnach jeder Zusatz ein Fehler. Nur zu ordinären Glocken, Schellen u. s. w. wird wohl der Wohlfeilheit wegen der Masse etwas Zink und Blei zugesetzt. Eine Beimischung von Silber ist vollständig verwerflich, weil Silber den Ton verschlechtert. Das in früheren Zeiten häufig von frommen Leuten zum Giessen von Glocken bereitwilligst hergegebene Silber ist daher auch von den mit den Eigenschaften der Glockenbronze vertrauten Glockengiessern nie in die Glocken gekommen.

Wenn Bronze längere Zeit im Freien der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird, so überzieht sie sich nach und nach mit Rost, der erst schmutzig-schwarz-grau, dann grünlich, und endlich blaugrün wird und das bildet, was man die edle Patina, aes nobilis, auch wohl antique Patine und verde antico nennt. Dieser Ueberzug schützt durch seine Dichtigkeit nicht nur die Hauptmasse vor den weiteren Einwirkungen der Luft, sondern giebt ihr auch die so hochgeschätzte Farbe, welche namentlich an den alten Bronzestatuen so bewundert wird. Dass heutigen Tages diese ächte Patina nicht mehr in solcher Schönheit entsteht, wird von verschiedenen Seiten verschieden erklärt.[1]) Einige führen die Erscheinung, dass die sich in der neueren Zeit bildende Patine schwärzer und unansehnlicher ist, auf den Rauch und Schwefelgehalt der Luft (durch Brennen der Steinkohle) zurück, andere suchen sie in der verschiedenen Zusammensetzung der Bronze, und wieder andere halten die Zeit der Einwirkung für zu kurz. Dieser letzte Einwand scheint die grösste Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, wenngleich auch die anderen Ursachen mitwirken mögen. Die künstliche Beschleunigung in der Erzeugung dieses Ueberzuges durch Bepinseln oder Abwaschen mit mancherlei vorgeschlagenen Flüssigkeiten geschieht aber erfahrungsmässig immer auf Kosten seiner Schönheit.

Endlich ist noch eine Eigenschaft der Bronze zu erwähnen, welche unter Umständen für die Verarbeitung derselben wichtig werden kann, nämlich die Eigenschaft, vermöge welcher glühende Bronze in kaltes Wasser getaucht, bedeutend an Sprödigkeit verliert, also einen gewissen Grad von Hämmerbarkeit und Biegsamkeit bekommt. Dieses Abkühlen (Anlassen, Adouciren, Tremper, *Temper*) wird mitunter sofort nach dem Guss vorgenommen, indem man die Form schnell abreisst und den Guss in kaltes Wasser bringt.

---

1) Berl. Verh. 1869. S. 182. 1872. S. 35. Dingler's Journal. 1871. 199. 428. Dtsch. Bauz. 1871. S. 187.

Die Verarbeitung der Bronze beschränkt sich aber dennoch fast nur auf das Giessen derselben mit einigen Nacharbeiten an dem Gussstück. Nur in einem Falle, nämlich zur Anfertigung von Blech zu Schiffsbeschlägen wird noch die Bronze ausgewalzt.

Die Verwendung derselben ist dahingegen eine so mannigfaltige, wie bei keiner anderen Legirung, weil die verschiedenen Eigenschaften verschiedenen Gebrauchsbedingungen gerecht werden. Je nachdem die eine oder die andere Eigenschaft mehr in den Vordergrund zu treten hat, ist übrigens auch die Zusammensetzung verschieden, wie aus den später mitzutheilenden Tabellen ersichtlich wird.

In Folge ihrer Zähigkeit dient die Bronze zur Anfertigung von Geschützen und heisst dann Kanonenmetall, Geschützbronze oder Stückgut (Métal des canons, Bronze à canon, *Gunmetal*).

Die Klangfähigkeit gewisser Kompositionen machen diese besonders geeignet zu Glocken, Schellen, Gongons etc.; dann nennt man die Bronze: Glockenmetall, Glockengut, Glockenspeise (Bronze à gloches, Métal de gloches, *Bell-metal*).

Die Politurfähigkeit und damit verbunden eine weisse Farbe, lassen solche Bronze-Verwendung finden zu Spiegeln für physikalische, astronomische und dergleichen Apparate: Spiegelmetall (Métal de miroirs *Speculum metal*).

Da die Bronze sehr gussfähig ist, so werden aus ihr unzählige Gegenstände gegossen, von den grössten öffentlichen Denkmälern abwärts bis zu den kleinsten Schmucksachen, Nippes, Vasen, Uhrgehäuse u. s. w. Die dazu verwendete Bronce heisst: Statuenbronze.

Ferner hat man Maschinenbronze zu einzelnen Maschinentheilen (Lagern, Muttern etc.), Medaillenbronze, Münzbronze, Schiffsbronze zu Schiffsbeschlägen u. s. w.

In Bezug auf die Herstellung der Bronzelegirungen ist zunächst anzuführen, dass ihre Schmelzpunkte tiefer als die des Kupfers liegen, und dass sehr leicht beim Erstarren ein Aussaigern, d. h. eine Ausscheidung zinnärmerer Legirungen stattfindet, und zwar namentlich bei einer raschen Erstarrung, weshalb man beim Guss, wenn es auf grosse Homogenität ankommt, langsames Erstarren herbeizuführen sucht.

Ferner muss man beim Schmelzen berücksichtigen, dass das Zinn sich viel leichter oxydirt als das Kupfer und demnach so verfahren, dass man erst das Kupfer schmilzt und dann das Zinn geschmolzen zusetzt, und zwar etwas mehr als in der fertigen Masse sein soll.

Das Schmelzen selbst wird je nach Bedürfniss in Tiegeln oder Flammöfen vorgenommen, und zwar insofern mit Vorsicht, als man eine Oxydation zu vermeiden sucht durch Schmelzen unter Kohle und Abhaltung der Luft.

3. **Legirungen des Kupfers mit Nickel und Zink.** (**Neusilber.**) (Packfong, Maillechort, Toutenaque, Argent d'Allemagne, Argent neuf, *German silver*, *Pakfong Tutenag*, *Alpaka Electrum*). [1])

Diejenigen Metallmischungen, welche der Hauptmenge nach aus Kupfer, Zink und Nickel, also aus Messing und Nickel bestehen, führen den allgemeinen Namen Neusilber, Argentan. Ausserdem gibt es noch eine Anzahl Benennungen für diese Legirung, welche entweder lokalen Ursprungs

---

1) Karmarsch. Technologie I. S. 65. — Bischoff. Das Kupfer und seine Legirungen Berlin 1865. S. 263. Dingler's Journal. Bd. 92. 338.

sind, oder bestimmte von dem einfachen Satz abweichende Zusammensetzungen haben, z. B. Pakfong, Weisskupfer, China-Silber, Maillechort, Melchior, Alfenid (Paris), Alpaka (Wien), Christofle-Metall, Peru-Silber.

Im Allgemeinen entzieht auch das Nickel dem Kupfer seine rothe Farbe, so dass ein Zusatz von 25 % eine ganz silberweisse Legirung liefert. Desgleichen macht Nickel die Farbe des Messings heller, und verwandelt sie in eine weisse mit einem Stich in's Graue oder Graubraune. Trotz dieser gräulich-weissen Farbe ist Neusilber eine sehr gesuchte und viel verwendete Legirung, weil sie in Dehnbarkeit dem Messing wenig nachsteht, einen sehr schönen Glanz hat und eine hohe Politurfähigkeit. Ihre Härte ist etwas grösser als die des Messings und Silbers. Daher ist die Politur recht haltbar (soweit man das Neusilber vor Oxydation schützt). An der Luft hält sich der Glanz des Neusilbers bedeutend länger als der von Messing, weil es viel weniger leicht oxydirt wird. Auch wird es von Säuren weniger leicht als die anderer Kupfer-Zink-Legirungen angegriffen.

Da Argentan sich ausgezeichnet gut galvanisch versilbern lässt, so kommen eine Menge Argentanwaaren so versilbert in den Handel, dass sie sich äusserlich von Silber nicht unterscheiden lassen.

Zur Bereitung des Neusilbers nimmt man nur Nickel in Würfeln (Würfelnickel) oder in schwammigem Zustande (Nickelschwamm). Kupfer und Zink werden in haselnussgrossen Stücken mit dem Nickel in Tiegel gebracht, deren Füllung etwa 5 bis 8 Kg. beträgt, so dass sich oben und unten etwas Kupfer befindet, und die Tiegel der Weissglühhitze im Zugofen ausgesetzt, nachdem man die Masse mit Kohlenpulver bedeckt hat. Während des Schmelzens rührt man mit einem Eisenstabe öfters um. Unmittelbar vor dem Ausgiessen setzt man ein kleines Stück Zink zu, um die Massen etwas leichtgiessiger zu machen. Das Ausgiessen geschieht zwischen erwärmten eisernen Platten (Platteneingüssen), da sich Sand nicht bewährt hat.

Damit das Neusilber alle obengenannten guten Eigenschaften erhält, ist es nothwendig, namentlich das Quantum Nickel richtig zu bestimmen und daher erforderlich, dies Metall auf seine Reinheit zu prüfen, weil es häufig bedeutende Mengen Eisen und Kupfer enthält.

4. Legirungen des Zinns mit Blei, Zink, Antimon u. s. w. [1])

Das Zinn wird für technische Zwecke fast stets mit Blei legirt, weil es dadurch eine grössere Geschmeidigkeit und Giessfähigkeit erhält, und auch um den Zinnwaaren eine grössere Billigkeit zu ertheilen. Der letztere Grund hat nun freilich im Laufe der Zeit zu einem solchen Missbrauch geführt, dass trotz der fast in allen Ländern bestehenden gesetzlichen Vorschriften über die zulässige Menge Blei, das schöne Zinn sehr in Misskredit gerathen ist, weil ein Zusatz von mehr als 30 Proz. als gesundheitschädlich, also zur Anfertigung von Speisegeräthen verwerflich erklärt werden muss. — Das Blei giebt dem Zinn auch eine vermehrte Härte, so dass die Zinnbleilegirungen härter sind, als Blei und Zinn einzeln. — In gewissen Mengen zusammengesetzt, entsteht eine Legirung, welche einen hohen Glanz hat und als Fahluner-Diamanten eine ausgedehnte Anwendung zu Theaterschmuck etc. findet.

Eine Zinn-Legirung, welche den Namen Britanniametall (Métal anglais, Métal britannique, *Britannia metal*) führt, besteht wesentlich aus

---

1) Musprat-Kerl, V. Bd. 1870. S. 1539. — Karmarsch, Technologie I. Bd. S. 44.

Zinn, Antimon, Zink und Kupfer. Sie hat eine bläulich-weisse Farbe, eine grössere Härte als Zinn und einen bedeutenden Grad von Politurfähigkeit. Darum findet sie nicht nur zu Essgeräthen (Löffel, Salzfässer, Theekannen u. s. w.), sondern auch zu Leuchtern und ähnlichen Gegenständen, sodann zu Zapfenlagern u. s. w. Anwendung, zudem sie sowohl durch Guss als auch in Blechform sich leicht verarbeiten lässt. Métal d'Alger, Queensmetall, Weissmetall, Pewter sind Namen für Legirungen, die dem Britanniametall fast gleich zusammengesetzt sind.

Der leichten Uebersicht halber sind in der nun folgenden Tabelle die technisch wichtigsten Legirungen mit ihren Zusammensetzungen aufgezählt.

Tabelle der technisch-wichtigsten Legirungen.

	Kupfer.	Zink.	Zinn.	Blei.	
A. Legirungen von Kupfer mit Zink. Tomback.					
1) Rothes Tomback	97,8	2,2			
2) Pinschbeak	93,6	6,4			
3) Chrysochalk	90,0	7,9	—	1,6	
4) Oreïde, auch Similor . . .	90,0	10,0			
5) Gusstomback	87,0	13,0			
6) Tomback zur Vergold. (Talmi)	86,0	14,0			
7) „ „ „ „	82,3	17,7			
8) „ „ „ „	78	18	2	2	
Messing.					
9) Walzmessing	70,1	29,9			
10) Chrysorin	72,0	28,0			
11) Messing zum Vergolden . .	70,96	24,05	2,0	3,05	
12) „ zu Schiffsbeschlag .	76	24			
13) Messingblech	68,1	31,9			
14) „	63,6	33,02	—	2,52	
15) Sterrometall, auch Gussmessing	60,66	36,88	1,35		
16) Schmiedbares Messing . .	65	35			
17) Bathmetall	55	45			
18) Weissmessing (Platina) . .	43	57			
B. Legirungen von Kupfer mit Zinn, sowie von Kupfer, Zinn und Zink. Bronze.					
1) Glockenbronze zu Hausglocken	70	—	20		
2) „ zu Thurmglocken	78	—	22		
3) „ zu Uhrglocken .	75	—	25		
4) Gong-gong- (tam-tam-) Metall	80	—	20		
5) „	78	—	22		
6) Kanonenmetall	91	—	9		
7) „	90	—	10		
8) Statuenbronze	93	1	4	2	
9) „	86	10	4		
10) „	84	11	2	3	
11) „	75	20	3	2	
12) „	73	18,2	8,8		
13) Bronze zu Schiffsblech . .	95,5	—	4,5		
14) „ „ „ . .	94,5	—	5,5		
15) Spiegelmetall	65,4	—	32,6	—	2 Nickel.
16) „	65,4	—	32,6	—	2 Arsen.
17) Medaillenbronze	90	—	10		
18) „	98	—	2		
19) „	95	—	5		
20) Maschinenbronze	85	2	13		
21) „	84	4	8	4	
22) „	90	6	4		
23) „	88,5	9	2,5		
24) Normalmassstäbe	82	5	13		

	Kupfer.	Zink.	Zinn.	Blei.	
C. Legirungen von Kupfer, Zink und Nickel. Neusilber.					
1) Gewöhnliches Neusilber . .	55	25	—	—	20 Nickel.
2) Chinesisches Neusilber . .	26,4	36,8	—	—	36,8 „
3) Chinesisches Guss-Neusilber .	45,7	36,9	—	—	17,4 „
4) Berliner Prima	52	26	—	—	22 „
„ Secunda	59	30	—	—	11 „
„ Tertia	63	31	—	—	6 „
5) Wiener Alfenide	50	25	—	—	25 „
6) „ Alpaka	60	20	—	—	20 „
7) Alfenide	50	25	—	—	25 „
8) „	60	30	—	—	9,5 „ 1 Eisen.
D. Legirungen von Zinn mit Blei, Antimon u. dergl.					
1) Vierstemplig	—	—	32	1	
2) Dreistemplig	—	—	5	1	
3) Fünfpfündig	—	—	4	1	
4) Vierpfündig	—	—	3	1	
5) Zweistemplig	—	—	2	1	
6) Zweipfündig	—	—	1	1	
7) Zinnbrillanten (Fahluner-Diamanten)	—	—	60	40	
8) Britanniametall	1	3	85,6	—	10,4 Antimon.
9) „	1,5	—	91	—	0,5 Nickel. 7 Antim.
10) „	—	—	85,5	—	14,5 Antimon.
11) „ zu Theekannen, Löffeln u. s. w.	3,26	8,94	67,53	—	17,0 „
12) Weissguss zu Zapfenlagern .	—	—	83,5	—	16,5 „
13) „ „ Zapfenlagern .	—	—	42	42	16 „
14) „ „ Lokomotivachsenlagern .	6	—	83	—	11 „
15) „ „ Kolbenringen .	6	—	78	—	16 „
16) „ „ Percussions-Zündröhren .	—	—	52	38	10 „
17) Pewter	1	—	50	—	4. Ant. 1 Wismuth.
18) Kattundruckformen . . .	—	—	33,3	15,98	33,3 Wismuth.
E. Legirungen von Zink mit Zinn, Kupfer und Eisen etc.					
1) Weisse Legirung	3	50	48	—	1 Eisen.
2) „ „	—	66	32	—	3 Antimon.
3) Antifrictionmetall	6	76	18		
4) Zu Kattundruckwalzen . .	5,61	78,24	15,98		

Um einen Vergleich über die Haupteigenschaften der wichtigsten Metalle und ihrer Legirungen zu gewinnen sind dieselben in der beigedruckten Tabelle neben einander gestellt.

Tabelle der Haupteigenschaften der Metalle.

	Spez. Gewicht	Härte	Absolute Festigkeit in Kilo pr. □cm.	Schmelzpunkt in 0 nach Cels.
Roheisen, weisses	7,5	91,8	665 bis 2410	1050 bis 1100
„ graues	7,1	62,5		1100 „ 1200
Schmiedeisen, weich	7,7	59,0	2250 „ 6600	1900 „ 2250
„ Draht, hart . . .	7,85		5620 „ 13415	
„ „ weich . .			3395 „ 5720	
Stahl, weich	7,6	59,8	4420 „ 14615	1850 „ 2000
„ hart	7,8	87,5		
„ Draht, weich			5840 „ 6000	
„ „ hart			8250 „ 12500	

	Spez. Gewicht	Härte	Schmelzpunkt in ° nach Cels.	Absolute Festigkeit in Kilo pr. □cm.
Kupfer, weich	8,7	18,9	1315 bis 2630	1100
„ Draht, weich	8,8			
„ „ hart			2745 „ 5075	
Zink, gegossen	6,9	11,5	198	412
„ Draht			1315 „ 1560	
Zinn, gegossen	7,3	1,7	229 „ 418	228
„ Draht			363 „ 474	
Blei, gegossen	11,4	1,0	64 „ 125	335
„ Draht			213 „ 235	
Gold, gegossen	19.5	10,4	1445	1200
„ Draht			2650	
Silber, gegossen	10,5	13,0	2800	950
„ Draht			3650	
Platin	21,7	24		2500
„ Draht			3650	
Tomback	8,5	17,8		920
Messing, gegossen	8,5	30,8	1263	920
„ Draht			3315	
Bronze	8,8	32,0	2250 „ 2785	800 bis 1300
Argentan	8,5	17,5	5150	
„ Draht			7500	

C. Das Holz. (Bois, *Woad*). [1])

Das Holz ist ein Produkt der Natur, das von derselben in einem für den technischen Gebrauch fertigen Zustande in den vieljährigen Pflanzen (Bäumen, Sträuchern) geliefert wird. — Kein einfacher Körper, sondern vielmehr aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff zusammengesetzt, hat die Pflanze Organe zur Ernährung und zum Wachsthum, welche je nach der Individualität mehr oder weniger lange Zeit thätig bleiben und sowohl eine Zunahme in der Länge als in der Dicke verursachen. Ursprünglich, sowohl im Keim als im Triebe der Pflanze sind drei übereinander liegende Theile vorhanden. Im Innern (der Achse) liegt das Zellengebilde, welches Mark (Moëlle, *Pith*) genannt wird; das Mark wird von einem zylinderförmigen Ring (Verdickungsring) umgeben, der zugleich eine Scheidewand zwischen dem Mark und dem äusseren dritten Theil der Pflanze (der Rinde, Ecorce, *Bark*) bildet.

Indem einerseits das Mark gewöhnlich nach einiger Zeit eintrocknet und zusammenschrumpft und daher einen nur mit diesen eingetrockneten Zellenhäuten ausgefüllten Raum (die Markröhre) als Achse der Pflanze zurücklässt, werden andererseits vom Verdickungsring aus nach der Markröhre zugekehrt, Holztheile und nach der Rinde zu Basttheile gebildet. Holztheile und Basttheile wachsen nunmehr fort und begründen die Dickenzunahme der Pflanze, indem die ersteren den Holzring und die zweiten die eigentliche Rinde ansetzen. Je nach der Art des Wachsthums kann nun der Holzring ununterbrochen oder periodisch zunehmen.

---

1) Nördlinger, Techn. Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart. 1860. — H. Schacht, Der Baum. 2. Aufl. Berlin 1860. — Karmarsch, Technologie I. 625. — R. Gottgetreu, Phys. u. chem. Beschaffenheit der Baumaterialien 2. Bd. Berlin 1874. I. S. 315. — Nördlinger, Holzquerschnitte. 5. Bd. Stuttgart 1852—1874. — Nördlinger, Deutsche Forstbotanik 1. Bd. Stuttgart 1874. — Nördlinger, Der Holzring als Grundlage des Baumkörpers Stuttgart 1872. — M. Willkomm, Forstl. Flora von Deutschland und Oesterreich. Leipzig u. Heidelberg 1872. — F. Exner, Die mechan. Eigenschaften d. Hölzer. I. Wien 1871. — Zwick, Jahrbuch für prakt. Baugewerbe. Leipzig 1870. S 146.

Bei den Bäumen des gemässigten und nördlichen Klimas findet ein Stillstand im Wachsthum fast ausnahmslos statt. Bei ihnen bildet sich daher der Holzring in Perioden, die man auf dem Holzquerschnitt durch diejenigen zentrischen Ringe erkennt, welche Jahrringe (Couches, Zones ligneuses, Cércles annuels, *Annual rings*) genannt werden, weil die Wachsthumsperiode gewöhnlich jährlich einmal eintritt und eine Schicht ansetzt.

Diese Periode beginnt im Frühling, also dann, wenn der Baum den grössten Theil seines Saftes zur Entwicklung neuer Triebe und Blätter verwendet. Sie liefert daher im Beginn wenig verdickte Holzzellen. Später aber, wenn die Trieb- und Blattbildung vollzogen ist, werden auch die Holzzellen mehr verdickt. Diese letzteren (Herbstzellen) erscheinen daher gewöhnlich dunkler gefärbt als die ersteren (Frühlingszellen), welche heller von Farbe und weicher sind. Hierdurch werden die Jahrringe so scharf von einander getrennt, dass man sie leicht zählen und darnach das Alter der Pflanze bestimmen kann.

Da bei manchen Bäumen der Tropen ein Stillstand des Wachsthums gar nicht eintritt oder nur in geringfügiger Weise, so erklärt es sich, wesshalb man bei diesen Jahrringe entweder gar nicht oder nur undeutlich erkennen kann.

Durch das sich jährlich wiederholende Umlegen einer neuen Holzschicht um die bereits vorhandenen, wird ohne Frage eine bedeutende Pressung auf die unteren der Mitte näher liegenden Schichten hervorgerufen, in welchen überhaupt das Leben mehr und mehr erlischt. Wohl aus diesem Grunde nimmt die Dichtigkeit und die dunklere Farbe nach der Markröhre hin immer zu, so dass man oft sehr deutlich zwei Gruppen von Jahrringen wahrnehmen kann. Die unmittelbar innerhalb des Bastes liegende Gruppe, welche lockerer und heller an Farbe ist, wird der Splint (Splintholz, Aubier, Aubour, *Alburn, Sap-wood, Sap*) genannt. Die hierunter liegende Gruppe, welche sich durch grössere Dichtigkeit und dunklere Farbe abzeichnet, heisst dahingegen der Kern, (Kernholz) oder das Herz (Coeur, Bois perfait, *Heart, Heart-wood*). Dasjenige Holz, welches im Uebergange von Splint zum Kern begriffen ist, wird auch wohl junges Holz genannt. — Mitunter liegen noch zwischen den festen Jahrringen im Kernholz helle splintartige Jahrringe; diese heissen Mondringe oder doppelter, falscher Splint.

Die Holzmasse selbst besteht aus zwei Organen; den Holzzellen (Holzfasern, Fibres ligneuses, *Fiber*) und den Holzröhren (Poren, Pores, Vaisseaux, *Pores*). Die Holzfasern sind langgestreckte, dickwandige, oben und unten geschlossene Zellen, welche sich zu Gefässbündeln gruppiren und so in der Richtung der Markröhre, also in der Längenrichtung des Stammes, des Zweiges u. s. w., und zwar in mehr oder weniger schraubenartigen Windungen hinlaufen.

Parallel mit diesen Holzfasern und zwischen denselben, mitunter regelmässig, mitunter unregelmässig vertheilt, gehen die Holzröhren (Poren), welche entweder mit Luft oder Saft gefüllt sind und gewöhnlich in dem Frühlingsholz zahlreicher und grösser, als in dem Herbstholz auftreten.

Die Gefässbündel werden, zu einzelnen Gruppen vereinigt, noch von Zellen geschieden, welche vom Mark bis zur Rinde strahlenartig durchgehen, und die Verbindung zwischen dem Nahrungsgewebe des Markes mit demjenigen der Rinde herstellen. Diese Zellen heissen Markstrahlen (Rayons médullaires, *Medullary rays*). Da sie sich auf den radial genommenen Holzschnittflächen als glänzende Flecken von der verschiedensten Grösse und Gestalt kennzeichnen, so nennt man sie auch Spiegel (Miroirs,

Mailles). Die Dicke des Spiegels wird in der Richtung der Jahrringe, ihre Breite in der der Fasern und ihre Länge in der des Stammradius gemessen. Auf dem Querschnitt und an dem Tangentialschnitt erscheinen sie demnach als Linien.

Mit den Spiegeln oder Markstrahlen verwandt sind die Markfleckchen, welche auf der Querschnittsfläche nahezu parallel mit den Jahrringen sich als kleine längliche dunkle Striche, auf der Radialfläche als Linien und dem Tangentialschnitt als schmale Bänder, die sich vielfach verzweigen, darstellen.

Wenn man (Fig. 1) einen Holzstamm, Ast oder Zweig, (welche drei Baumtheile sich nur durch das Alter unterscheiden) mit einer Ebene A rechtwinklig zur Markröhre, mit einer zweiten B durch die Markröhre, also radial und einer dritten C parallel zur Markröhre, also tangential schneidet, so treten alle Theile und Organe so zum Vorschein, dass man sie in den meisten Fällen mit Hülfe der Loupe, jedenfalls mit dem Mikroskop, nach einiger Uebung gut unterscheiden kann, was um so wichtiger ist, als man durch diese äusseren Merkmale auf die Abstammung, also auf den Baum zurückschliessen und die Haupteigenschaften des Holzes bestimmen kann.

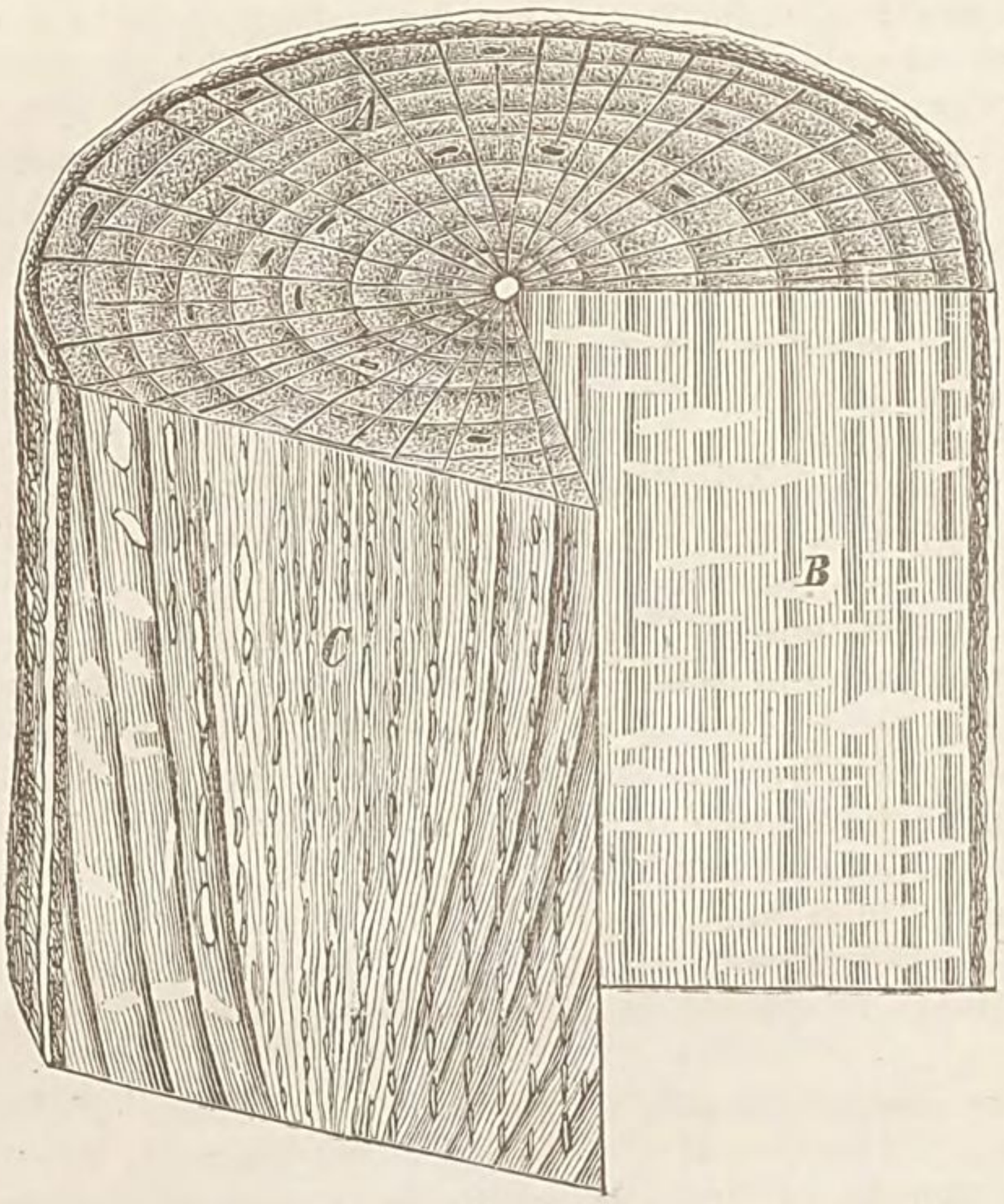


Fig. 1.

Die Fläche A heisst die Hirnfläche, Hirnseite oder das Hirnende; (Bois de bout, *Pinway, Crossway of the grain, End grain, Cross grain*); die Fläche B wird die Spiegelfläche (Bois de maille); die Fläche C Tangentialfläche genannt. Die durch jene Schnitte zum Vorschein kommenden Holzflächen heissen beim Schnitt A Hirnholz, beim Schnitt B Spiegelholz, und zwar in der Richtung der Fasern Langholz (Bois de fil, *Cleft wood*) und in der Richtung querüber Querholz. Aderholz, (*Plankway of the grain*) bezeichnet im Gegensatz zum Hirnholz überhaupt die mit den Fasern parallelen Holzflächen B und C.

Auf der Fläche A erkennt man zunächst die Markröhre, die Jahrringe und die Spiegel (als radiale Linien), sodann die Faserenden, Poren und Markfleckchen.

Auf der Fläche B treten namentlich die Fasern und Poren als parallele Linien und die Spiegel als Flächen auf.

Auf der Fläche C erscheinen ebenfals Fasern und Poren als durch-

gehende Linien, und die Spiegel als kurze den Querschnitt dieses Zellengewebes darstellende Flächen. —

In den allerseltensten Fällen wächst ein Baum so regelmässig, dass alle eben beschriebene Organe in Lage, Gestalt, Grösse u. s. w. gleich sind.

Da die Grösse der Jahrringe von dem Mass des Wachsthums abhängt, so folgt schon hieraus die Abhängigkeit derselben von den Wachsthumsbedingungen (Klima, Stand, Boden, Witterung u. s. w.) So hat man beispielsweise gefunden bei der Eschè Jahrringe von 1,5 bis 12,0 mm. Breite, bei der Erle 2 bis 4 mm., beim Taxus 0,5 bis 1,2 mm., bei der Buche 1 bis 4 mm. Selbst ein einzelner Jahrring hat an verschiedenen Stellen ungleiche Breite. Er wird dann exzentrisch und besitzt gewöhnlich an der vorspringenden Seite die grössere Breite. Als Ursache dafür wird namentlich angegeben das Schiefstehen der Stämme und das Hängen der Aeste, weil in diesem Falle beobachtet ist, dass die Markröhre stets höher liegt. Ferner das Aufreissen der Rinde, indem in dem Rindenspalt die Breite der Jahrringe zunimmt, wegen der Abnahme des Rindendruckes. Sodann werden an denjenigen Stellen, wo etwa Verletzungen (durch Hagelschlag, Schälen etc.) stattgefunden haben, die Jahrringe ebenfalls mitunter sehr bedeutend breiter, desgleichen an der Seite, wo der Stamm frei ist von dem Bestande, welcher an den anderen Stellen den Baum umgiebt, weil dann durch stärkeres Ansetzen von Zweigen ein schnelleres Wachsen in der Dicke erfolgt. — Mitunter gehen die um die Markröhre rund erscheinenden Jahrringe allmählich in Wellenlinien über und liefern interessante Zeichnungen. — So giebt denn die Beschaffenheit der Jahrringe auch mancherlei Auskunft über die Lebensgeschichte des Baumes und besonders über die technischen Eigenschaften des Holzes. (Siehe weiter unten).

Ebenso unregelmässig als die Holzringe, bilden sich natürlich die Holzfasern, da sich ja die ersteren aus diesen zusammensetzen. Die Fasern laufen daher selten mit der Markröhre parallel, weil sie der Ausdehnung und Verengung der Ringe folgen. Bei dem Tangentialschnitt werden demnach, wenn der Schnitt nicht sehr kurz ist, immer eine Anzahl Fasern quer abgeschnitten (über den Span geschnitten). Häufig nehmen die Fasern sogar einen zick-zackartigen Verlauf, so dass sie wellenförmig erscheinen und in ihrer Gesammtheit hübsche Zeichnungen darbieten. Dieser Wuchs heisst wimmerig und erscheint oft in Folge des Durchsetzens der Markstrahlen. — Fichten-Resonnanzholz aus Böhmen zeigt diese Erscheinung sehr oft. — Besonders weicht der Wuchs von der Regelmässigkeit ab, wenn starke Verletzungen (Abbrechen von Aesten) oder Verkrüppelungen stattgefunden haben. Es bilden sich dann verworrene Verschlingungen, die in ihrem Querschnitt die beliebten Zeichnungen — Masern, Fladern (Madrure, Bois madré, *Speckled-wood*, *Curled wood*) — (Faderholz) darstellen (Ungarische Esche, Birkenmaser, Pfeifenköpfe). — Steigen die Fasern nach schlanken Schraubenlinien in dem Stamm in die Höhe, so nennt man das Holz drehwüchsig.

In ähnlicher Weise wie die Fasern, laufen auch die Poren.

Holzfasern und Poren kommen ausserdem nicht nur in den verschiedensten Grössen vor, sondern das Quantitäts-Verhältniss zwischen beiden ist ebenfalls höchst wechselnd. Durch dies Verhältniss aber bestimmt sich natürlich auch die Beschaffenheit des Holzes, so zwar, dass manche Eigenschaften damit in inniger Verbindung stehen. Man unterscheidet in der Holztechnik nach Nördlinger folgende Porenabstufungen:

Klasse 0, sehr grob: Bignonia apurensis.
« 1, grob: Stieleiche.

Klasse 1—2, grob bis gröblich: Jungfernrebe.
« 2, gröblich: Gemeine Ulme.
« 2—3, gröblich bis mittel; Zürgelbaum.
« 3, mittel: Seekreuzdorn.
« 3—4, mittel bis ziemlich fein: Gemeiner Bohnenbaum.
« 4, ziemlich fein: Gemeiner Ahorn.
« 4—5, ziemlich fein bis fein: Pulverholz.
« 5, fein, Elsbeer.
« 5—6, fein bis sehr fein: Gemeine Syringe.
« 6, sehr fein: Pfaffenkäppchen.
« 7, äusserst fein: Stechpalme.

Die Markstrahlen oder Spiegel weichen desgleichen ausserordentlich in Grösse, Gestalt und Lage von einander ab. Nichtsdestoweniger charakterisiren sie das Holz derart, dass sie zum Erkennen einer Holzart oft allein genügen. Die Zahl der Markstrahlen auf einer Fächeneinheit ist ebenfalls und sogar bei ein und demselben Holz sehr variirend auch in vielen Fällen wegen der Kleinheit derselben mit Bestimmtheit gar nicht anzugeben. In Bezug auf die Dimensionen der Spiegel stellt Nördlinger folgende Klassen auf.

a) Für die Breite (Höhe):

Klasse 1. Breite über 160 mm. (öfters fusshoch): Waldrebe.
« 2. « etwa 160 « : Gemeine Erle.
« 3. « « 50 « : Stieleiche.
« 4. « « 5 « : Rothbuche.
« 5. « « 2 « : Zwetschgenbaum.
« 6. « « 1 « : Spitzahorn.
« 7. « « 0,5 « : Esche.
« 8. « « 0,2 « (kaum sichtbar) : Buchsbaum.

b) Für die Dicke (Breite):

Klasse 1. Dicke etwa 1 mm. (sehr dick)
« 2. « « 0,6 « (dick) : Gemeine Erle.
« 3. « « 0,1 « (ziemlich dick)
« 4. « « 0,05 « (mittel) : Gemeiner Ahorn.
« 5. « « 0,025 « (fein) : Elsebeer.
« 6. « « 0,015 « (sehr fein) : Weide.

Ueber die Zahl der Spiegel, gezählt in der Richtung der Jahrringe, kann folgende kleine Tabelle nach Karmarsch eine Andeutung gewähren.

Es finden sich auf 24 mm.:

100—120 Spiegel bei Linde, Ahorn, Birke, Kirschbaum, (Roth- und Weissbuchen, wovon nur 10—15 mit freiem Auge sichtbar).
120—140 Spiegel bei Apfelbaum, Esche, Mahagoni.
130—160 Spiegel bei Tanne, Fichte, Weide.
150—200 Spiegel bei Schwarz-Ebenholz, (Eiche, wovon nur 5—15 mit freiem Auge sichtbar).
200—240 Spiegel beim Birnbaum.

Die eigenthümliche anatomische Beschaffenheit des Holzes, die Zusammensetzung desselben aus nebeneinander liegenden Fasern und Röhren, die Struktur (Textur, Texture) macht es erklärlich, warum ein Holzstück in der Richtung des Fasernlaufes, z. B. durch Eintreiben eines Keiles leicht getrennt werden kann, während der Widerstand in der Ebene rechtwinklig zu den Fasern ein besonders grosser ist. — Im ersten Falle sind nur die Zellenwände von einander zu reissen, während im zweiten Falle die Holzsubstanz getheilt werden muss, was eine grössere Kraft verlangt.

(Unterschied beim Hobeln auf Langholz und Hirnholz). Die leichte Theilbarkeit in der Riehtung der Fasern begründet auch diejenige Eigenschaft, welche unter der Benennung Spaltbarkeit (Fissibilité, Fente) sehr bekannt und viel zur Abtrennung von Holzstücken in Anwendung ist. (Spalten und Behauen mit Axt oder Beil.) Indem die Spiegel die Holzmasse vom Mark bis zur Rinde durchsetzen und die einzelnen Holzfaserbündel von einander trennen, tragen sie offenbar sehr viel zur Spaltbarkeit bei, d. h. sie sind die Ursache, wesshalb das Holz unter sonst gleichen Umständen sich am leichtesten in der radialen Richtung spalten lässt. — Die Trennung in der Richtung der Jahrringe erfolgt durchschnittlich um $^1/_3$ schwieriger als in der Richtung der Spiegel. — Besonderen Einfluss auf die Spaltbarkeit haben noch Härte, Federkraft und Feuchtigkeitsgrad des Holzes. Sehr weiche Hölzer (Linde) spalten schwer, weil sich das spaltende Werkzeug darin versenkt. Sehr harte Hölzer sind aber auch schwerspaltig, weil das Werkzeug nicht gut eindringen kann. Mittelharte Hölzer sind daher in der Regel gutspaltig. — Die Federkraft unterstützt das Spalten in so fern, als die durch das Spaltwerkzeug entstandene Kluft sich leichter vergrössert, weil die Spaltflächen vermöge der Federung ein grösseres Bestreben haben, sich gerade zu richten. — Die Feuchtigkeit beeinflusst die Spaltbarkeit in der Art, als in den meistén Fällen ein höherer Feuchtigkeitsgrad dieselbe vergrössert (wesshalb im Frühling gefälltes saftreiches Holz leichter spaltet als im Herbst gefälltes).

Um von dem Grade der Spaltbarkeit einen Begriff zu bekommen, kann folgende Uebersicht sehr nützlich sein.

Aeusserst schwerspaltig sind: Buchsbaum, Hartriegel, Vogelbeerbaum, wilde Kirsche, Erlenbaum.

Sehr schwerspaltig sind: Masholder, gemeine Birke, Weissbuche, Mehlbeerbaum, Weissdorn, Akazie, Ulme.

Schwerspaltig sind: Gemeiner Ahorn, Spitzahorn, Spindelbaum, Esche, Elsbeerbaum, Syringe.

Etwas schwerspaltig sind: Schwarzföhre, Zwetschgenbaum.

Ziemlich leichtspaltig sind: Nussbaum, Lärche, Hollunder, Rothbuche.

Leichtspaltig sind: Silberahorn, Rosskastanie, Erle, Haselnuss, gemeine Föhre, Aspe, Stieleiche, Traubeneiche, Weide, Linde.

Sehr leichtspaltig sind: Tanne, Fichte, Weymouthskiefer.

Aeusserst leichtspaltig sind: Silberpappel, kanadische Pappel.

Die Festigkeit (Force, *Strength*) des Holzes im Allgemeinen ist ebenfalls wegen des eigenthümlicken Gefüges, das fast nicht an zwei Stellen eines Stückes gleich ist, höchst verschieden, und zwar nicht nur bei den einzelnen Holzarten, sondern selbst bei jeder Holzart an verschiedenen Stellen sehr variirend. Gewöhnlich hat das Kernholz eine grössere Festigkeit als das Splintholz, dichteres Holz eine grössere Festigkeit als lockeres, trockenes eine grössere als feuchtes, langsam gewachsenes eine grössere als schnell gewachsenes. Die Hölzer der Tropen sind im Durchschnitt von bedeutend grösserer Widerstandsfähigkeit gegen Trennung der Theile als die Hölzer des gemässigten Klimas. Diese grössere Festigkeit steht ohne Frage mit dem spezifischen Gewicht, also der Fasernmasse der Hölzer in solchem Zusammenhange, dass jene mit dieser wächst.

Aus nebenstehender Tabelle erkennt man sowohl die Verschiedenheit der Festigkeit als den Zusammenhang mit dem spezifischen Gewicht, bezogen auf lufttrockenes Holz. Die Festigkeitszahlen bedeuten die Kraft-

grösse in Kilogrammen, welche zum Zerreissen einer Querschnittsfläche von 1 □ Centimeter erforderlich ist.

	Absolute Festigkeit.	Spaltfestigkeit. (Querfestigkeit.)	Spez. Gewicht im Mittel.
Ahorn	291 bis 1286	37 bis 72	0,670
Akazie	247 « 1188	— « —	0,715
Apfelbaum	684 « —	— « —	0,750
Birke	314 « 648	62 « 106	0,640
Birnbaum	690 « 757	— « —	0,689
Rothbuche	111 « 1527	65 « 122	0,721
Eiche	223 « 1452	44 « 61	0,780
Erle	314 « 460	17 « 33	0,550
Esche	522 « 1210	22 « 41	0,740
Espe	338 « 824	17 « 4	—
Fichte	746 « 867	— « —	0,475
Föhre	144 « 1279	15 « 59	0,536
Hainbuche	274 « 1394	77 « 101	0,722
Linde	943 « —	— « —	0,462
Mahagoni	569 « 806	— « —	0,811
Nussbaum	968 « —	— « —	0,730
Pflaumenbaum	728 « —	— « —	0,790
Tanne	111 « 1048	12 « 41	0,558
Ulme	182 « 1040	34 „ 37	0,690
Teckholz	1060 « —	— « —	0,802

Auch das spezifische Gewicht des Holzes ist für die Verwendung desselben von grosser Bedeutung (Hausgeräth etc.) Im Vergleich zu dem spezifischen Gewicht der technisch-wichtigeren Metalle (selbst Aluminium mit 2,6 spez. Gewicht nicht ausgeschlossen) ist es sehr gering, da als das höchste spezifische Gewicht des Holzes etwa dasjenige des Pockholzes mit 1,3 angesehen werden kann (Kegelkugel), während als das durchschnittlich niedrigste das der Linde mit 0,462 hinzustellen ist. (Siehe vorstehende Tabelle.) Zu den schwersten Hölzern gehören ferner noch: Grenadillholz (braun Eisen-) mit 1,213, (schwarz Eisen-) mit 1,283, Ebenholz mit 1,259, Buchsbaum mit 0,971, Königsholz mit 1,024; zu den leichteren: Bleistiftholz (Ceder) mit 0,5, Pappel mit 0,442, Weide mit 0,511.

Mit der anatomischen Beschaffenheit des Holzes steht ebenfalls die Elastizität desselben, d. h. die innere Kraft, vermöge welcher Verkürzungen, Verlängerungen oder Verdrehungen nach Beseitigung der diese erzeugenden Kräfte wieder aufgehoben werden, im Zusammenhange, und ist deshalb auch höchst verschieden. Die Elastizitätsgrenze tritt in der Regel ein bei $^1/_5$ bis $^1/_3$ des Zerreissungsgewichtes, wie aus folgender Zusammenstellung (nach Karmarsch)[1]) hervorgeht.

	Die Belastung an der Elastizitätsgrenze beträgt auf 1 □ cm. in Kg.	Die Verlängerung.
bei Eschenholz	552	1 : 385
« Ulmenholz	221	1 : 414
« Eichenholz	272	1 : 430
« Fichtenholz	252	1 : 470
« Tannenholz	259	1 : 500
« Lärchenholz	142	1 : 510
« Buchenholz	163	1 : 570

1) Technologie I. S. 633.

Die Federkraft des Holzes ist ebenfalls von Klima, Boden, Standort besonders abhängig (Resonanzholz von der Fichte in Bayern und Böhmen) und steht gewöhnlich bei einem Holze im graden Verhältniss zu seinem specifischen Gewicht. — Nördlinger[1]) nimmt folgende 6 Klassen als Eintheilung für den Elasticitätsgrund:

Klasse 1. Aeusserst elastisch: Ebenholz, Teckholz.
« 2. Sehr elastisch: Silberahorn, gemeine Akazie (Robinia).
« 3. Elastisch: Linde, Aspe, Birke, Tulpenbaum, Ulme, Nussbaum.
« 4. Ziemlich elastisch: Eiche, Buche, Fichte, Esche, gemeiner Ahorn.
« 5. Schwach elastisch: Lärche, Erle, Hainbuche, Tanne.
« 6. Sehr schwach elastisch: gemeine Föhre, Kanadische Pappel, Silberpappel, Weisserle, eschenblättriger Ahorn.

Die einzige Eigenschaft des Holzes, welche einen geringen Ersatz für die gänzlich fehlende Dehnbarkeit (im Sinne dieser Eigenschaft bei den Metallen) ist die Biegsamkeit (Flexibilité, *Flexibility*), d. h. diejenige Eigenschaft, durch welche man Holzstäbe krümmen und nachher in der gekrümmten Lage erhalten kann (gebogene Radreifen aus einem Stück, gebogene Möbeln, gebogene Späne zu Schachteln, gebogenes Schiffsbauholz etc.) Die Verbiegung überschreitet die Elastizitätsgrenze und vernichtet einen Theil der Federkraft; die Formveränderung durch Benutzung der Biegsamkeit erfordert daher eine Kraft, die grösser ist als diejenige, bei welcher die Elastizitätsgrenze erreicht wird und kleiner als diejenige, bei welcher der Bruch erfolgt. Um das Verhältniss der Biegsamkeit bei einzelnen Hölzern auszudrücken, gebraucht man bequem die Zahlen, welche die Gewichtseinheiten angeben, durch welche Stäbe von gleicher Länge und gleichem Querschnitt um die gleiche Grösse durchgebogen werden.

Diese Verhältnisszahlen sind:

für	Fichtenholz . . .	100
«	Tannenholz . . .	90
«	Buchenholz . . .	67
«	Eichenholz . . .	62 bis 84.

Ist die Biegsamkeit einer Holzart erheblich, so nennt man sie Zähigkeit (Tenacité, *Tenacity*). Man vergleicht die Zähigkeit der Hölzer durch die Anzahl von Hin- und Herbiegungen, welche dieselben zum Brechen erfordern und dann stellt sich heraus, dass etwa die Zähigkeit

des	Eichenholzes	= 100
«	Buchenholzes	= 97
«	Tannenholzes	= 97
«	Fichtenholzes	= 104
«	Weidenholzes	= 108

Das zäheste Holz ist das der Flechtweide, der Haselnuss, der Birke, Ulme, der Waldrebe und Hainbuche. Die Grösse der Biegsamkeit einer Holzart hängt in hohem Grade ab von der anwesenden Feuchtigkeit, indem das Holz in nassem Zustande sehr viel biegsamer ist, als ausgetrocknet. Durch Erwärmung vermittelst heissen Wassers, Dampfes oder freien Feuers wird die Biegsamkeit bedeutend erhöht, weshalb hiervon vielfach Anwendung gemacht wird.

---

1) Nördlinger, Techn. Eigensch. S. 357.

Eine sowohl für die Verarbeitung, als für die Verwendung des Holzes höchst wichtige Eigenschaft ist seine Härte (Dureté, *Dureté*, *Hartness.*), d. h. der Widerstand, den dasselbe dem Eindringen eines Werkzeugs entgegensetzt. Da die Holzsubstanz (Faser) als solche die Härte bedingt, so ist unter gleichen Umständen das Holz am härtesten, welches die grössten Holzmassen (wenig Poren) enthält und seine Härte am gleichmässigsten, wenn die Fasern am gleichmässigsten zusammenstehen (Unterschied der Härte im Herbst- und Frühlingsholz, im Kern und Splint). Aus dem Grunde sind die dichtesten, spezifisch schwersten Hölzer gemeiniglich die härtesten, die lockersten die weichsten, die Hölzer der Tropen härter, als die des gemässigten Klimas. — Statt der vielenorts gebräuchlichen Härteunterschiede: weich, halbhart und hart mit den sehr unbestimmbaren Grenzen ist es wohl zweckmässiger, folgende 8 Härte-Klassen (nach Nördlinger S. 228) einzuführen:

Klasse 1. Steinhart: Pockholz, Ebenholz, Teckholz.
« 2. Knochenhart: Buchsbaum, gemeiner Sauerdorn, Rainweide, gemeine Syringe.
« 3. Sehr hart: Mandelbaum, Kornelkirsche, Hartriegel, Weissdorn, Schwarzdorn.
« 4. Hart: Massholder, Ahorn, Hainbuche, Bohnenbaum, Wildkirsche, Kreuzdorn, gemeiner Hollunder, Sperberbaum, Erle, gemeiner Schneeball.
« 5. Ziemlich hart: Götterbaum, Zürgelbaum, Seekreuzdorn, Stechpalme, Legföhre, Zwetschge, Zerreiche, amerikanische Rotheiche, gemeine Robinie.
« 6. Etwas hart: Silberahorn, Edelkastanie, Pfaffenhütchen, gemeine Buche (Steinbuche), Nussbaum, Birnbaum, Apfelbaum, Elsebeer, Stieleiche, Traubeneiche, Vogelbeer.
« 7. Weich: Fichte, Tanne, Rosskastanie, Erle, Birke, Haselnuss, Wacholder, Lärche, Tulpenbaum, Föhre, Traubenkirsche, Pulverholz, Salweide, gemeiner Lebensbaum.
« 8. Sehr weich: Weymouthsföhre, Pappel (Silber-, Balsam-, Schwarz-, Italienische, Kanadische), Aspe, Lorbeerweide, Linde.

Höchst mannigfaltig tritt bei den verschiedenen Holzarten die Farbe auf, welche nicht nur oft den Gebrauchswerth bedeutend steigert (Ebenholz, Mahagoni, Rosenholz, Ahorn), sondern auch für die Erkennung der Holzqualität und der Holzart sehr wichtig ist. So legt man z. B. bei der Bestimmung der Qualität Gewicht auf eine gleichmässige Färbung; auch unterscheidet man durch die Farbe Splint vom Kern. Die meisten Hölzer verändern die Naturfarbe, wenn sie mit der Luft in Berührung kommen (Eichenholz wird oft schwarz; Nachdunkeln mancher Hölzer, z. B. Mahagoni, Esche etc.)

Die Hölzer der gemässigten Zone haben der grössten Zahl nach wenig intensive und ziemlich unbestimmbare Farben, gewöhnlich sind sie gelblich weiss: Ahorn, Hainbuche, junges Eschenholz, Pappel, Linde, Buchsbaum; gelblich braun: Fichte, Föhre, Lärche, Esche, Erle; bräunlich und röthlich braun: Eiche, Ulme, Rothbuche, Birnbaum, Apfelbaum; braun: Nussbaum, Spierlingsbaum, Elsbeerbaum.

Die Hölzer der Tropen dahingegen besitzen viel stärker ausgeprägte Farben, z. B. gelb: Zitronenholz, gelbes Santelholz; braun: braunes Grenadillholz, Königsholz, Teckholz, Jakarandaholz; roth: rothes Santelholz,

Fernambukholz; violett: Luftholz oder Palisanderholz; schwarz: schwarzes Ebenholz; grün: grünes Ebenholz. Häufig kommen bei den Tropenhölzern und denjenigen der wärmeren Gegenden hübsche Farbenzusammenstellungen und Uebergänge vor, z. B. beim Rosenholz (gelblich mit rosenrothen Streifen und Flammen), Pockholz (grünlich schwarz), Mahagoni (roth mit braun).

Von hoher Wichtigkeit ist die Feuchtigkeit im Holze und deren Einfluss auf das Verhalten desselben.

In der Pflanze existiren zwar nicht wie bei den Thieren Zentralorgane, von denen aus die Nährflüssigkeit nach allen Theilen des Körpers gedrängt wird und zu denen dieselbe zurückkehrt, sondern es ist nur ein Organismus vorhanden, welcher die Flüssigkeit (Saft) bewegen macht und durch Diosmose der Zellenwände zur Ernährung einen grossen Beitrag liefern lässt.

Während des Lebens der Pflanze sind daher alle Gefässe derselben mit diesem Saft gefüllt. Der Saft selbst aber ist zusammengesetzt aus Wasser und im Wasser gelösten oder suspendirten organischen und mineralischen Substanzen. Die organischen Bestandtheile des Saftes sind wesentlich: Zucker, Dextrin, Oele (fette und ätherische), Harze, Wachs, Albumin, Kasein, Farbstoffe, Gerbstoff u. s. w., die unorganischen bestehen namentlich aus Kali, Natron und Kalk, gebunden an Kohlensäure, Kieselsäure, Phosphorsäure und organische Säuren, und einigen Magnesia- und Eisensalzen.

Dieser zum Leben der Pflanze erforderliche Saft macht einen bedeutenden Theil derselben aus, und ist jedoch nicht nur bei den verschiedenen Baumpflanzen, sondern auch nach dem Alter, in den einzelnen Theilen derselben und je nach den Jahreszeiten höchst verschieden.

Bei den weicheren Laubhölzern und den Nadelhölzern variirt sein Gewicht von 20 bis 60 Proz. und ist in dem gemässigten Klima während der Monate Dezember, Januar, Februar der grösste; in den anderen Monaten schwankt der Wassergehalt, nur im März und April scheint derselbe im Allgemeinen am kleinsten zu sein. Nach den Untersuchungen von Hartig beträgt der Feuchtigkeitsgehalt der in Deutschland wachsenden Hölzer in den Monaten Januar und Februar 50,5 %, im März und April 47,5 %, im Mai und Juni 48,5 %; im Juli 50 %, im September 48 %.[1])

Wenn das mit diesem Saft versehene Holz (grünes Holz, Bois vert, B. vif, *Green wood*), gefällt und der Luft ausgesetzt wird unter gleichzeitiger Abhaltung zuströmender Feuchtigkeit (Regen), so verliert es zwar einen beträchtlichen Theil des Wassers und wird lufttrocken; allein ein Theil wird hartnäckig zurückgehalten und kann nur durch stärkere Erwärmung weggebracht werden (Dörren).

Beim Austrocknen an der Luft verliert naturgemäss das leichte, lose, poröse Holz die Feuchtigkeit leichter als das harte, dichte Holz, dünne Stücke (Bretter, Stangen) leichter als ganze Stämme, weshalb die Dauer für das Austrocknen und ebenso der Feuchtigkeitgrad nach demselben wieder sehr verschieden sein kann. Im Durchschnitt kann man etwa bei den Hölzern des mittleren Klimas, nachdem sie ein Jahr an der Luft gelegen haben, noch 20 bis 25 Proz. und an der Luft völlig ausgetrocknet (wozu eine längere Einwirkung einer Wärme von etwa 20° gehört) 55 Proz. im günstigsten Falle 10 Proz. Feuchtigkeit annehmen.

Durch das Austrocknen tritt immer eine Grössenverminderung des Holzes ein, die Schwinden (Retraite, *Shrinking*) genannt wird, und sehr

---

1) An dieser Stelle soll die Mittheilung der Resultate dieser Untersuchungen nur den verhältnissmässig hohen Feuchtigkeitsgehalt zeigen.

häufig auch eine Gestaltveränderung (Werfen, Ziehen, Verwerfen, Verziehen. Se dejeter, se tourmenter, Déverser, Voiler, Gauchir, *Warping, Casting*), sowie eine Abtrennung einzelner Theile (Reissen, Se fendre, *Split, Chink*), durch Bildung von Sprüngen (Rissen, Crevasses).

Die Grösse des Schwindens [1]) (Schwindmass) ist zunächst abhängig von dem Grade des Austrocknens und sodann sehr abweichend, je nach der Richtung im Holze. Unter übrigens gleichen Umständen schwindet nämlich das Holz am stärksten in der Dicke der Markstrahlen (Spiegel), also in der Richtung der Jahrringe, am schwächsten in der Breite der Spiegel, also in der Richtung der Fasern; dazwischen liegt das Schwindmass für die Richtung in der Länge der Spiegel, also in radialer Richtung des Stammes. In Prozenten kann man für die gebräuchlichsten Hölzer und in den gewöhnlichsten Fällen annehmen, dass das

Schwinden in der Richtung der Fasern	.	0,1 %
« « « « « Jahrringe		10,0 «
« « « « des Radius	.	5,0 «

beträgt.

Auch folgende kleine Tabelle [2]) gibt über das Schwindmass einzelner Hölzer in den 3 Richtungen weitere Zahlen.

I. Grösse des Schwindens in der Richtung der Fasern,
II. « « « « « « des Spiegels,
III. « « « « « « der Jahrringe.

	I.	II.	III.
Weissbuchen . .	0,21	6,82	8,00
Rothbuchen . . .	0,20	5,25	7,03
Feldahorn . . .	0,00	2,03	2,97
Ulmen	0,05	3,85	4,10
Ahorn	0,11	2,06	4,13
Birken	0,50	3,05	3,19
Eichen	0,00	2,65	4,13
Eschen	0,26	5,35	6,90
Espen	0,00	3,97	3,33
Stahlweiden . . .	0,00	2,07	1,90
Linden	0,10	5,73	7,17
Föhren	0,00	2,49	2,87
Fichten	0,09	2,08	2,62
Erlen	0,30	3,16	4,15

Aus diesen Zahlen geht zunächst hervor, dass die Verkleinerung in der Längenrichtung des Holzes gewöhnlich vernachlässigt werden kann. Dann folgt daraus, dass wenn ein Stamm der Länge nach durch parallele Schnitte in Bretter zertheilt wird (Fig. 2), diese Bretter je nach der Lage in verschiedenen Richtungen die Dimensionen verändern. Das aus der Mitte geschnittene Brett wird sich am stärksten in der Dicke, am wenigsten in der Breite verkleinern, während bei dem Brett, welches der Rinde am nächsten liegt, das Umgekehrte eintreten muss.

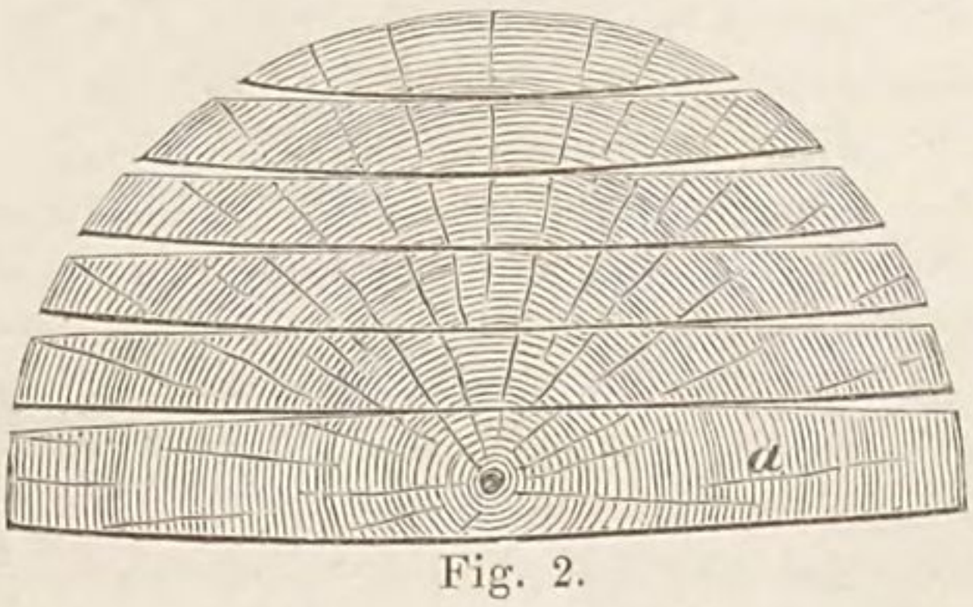


Fig. 2.

1) R. Hartig, Das specif. Frisch- u. Trockengewicht etc., der Wassergehalt und das Schwinden des Kiefernholzes, Berlin 1874. — 2) Nach Nördlinger.

Beim Mittelbrett a wird dann sogar ein bemerkbarer Unterschied sein zwischen der Mitte und den Kanten, indem diese offenbar dünner werden als jene der Mitte näher liegenden Theile. Da ausserdem bei jedem anderen Brett aber an den Breitseiten eine Verschiedenheit in der Lage der Jahrringe vorhanden ist, so müssen auch beide Seiten sich verschieden zusammenziehen, und muss die dem Kern zugekehrte Seite konvex, die andere konkav werden. Demnach tritt hier durch das Schwinden eine Gestaltveränderung um so mehr ein, als das Splintholz schon an und für sich mehr schwindet. Man nennt dieselbe das Werfen oder Krümmen. Ist jedoch ein gleichmässiges Schwinden längs der ganzen Oberfläche wegen der ungleichen Bauart nicht möglich und wird aus diesem Grunde das Krümmen ungleichmässig, so nennt man die Gestaltveränderung das Windschiefwerden (*Winding*). — Runde Drechsler-Arbeit wird durch das Schwinden oval.

Wenn das Austrocknen auf einer Stelle des Holzes in einem höheren Masse stattfindet, als auf einer anderen Stelle und dabei die Widerstandsfähigkeit gegen die Verbindung grösser ist als die Kohäsion auf der Stelle des stärkeren Austrocknens, so wird der Zusammenhang gestört und das Reissen (Springen) herbeigeführt. — Trocknet ein Stamm (Balken) an der Oberfläche so stark und rasch aus, dass die Feuchtigkeit aus dem Innern nicht schnell genug nachfolgen kann, um in allen Theilen einen gleichen Grad von Feuchtigkeit zu erhalten, so reisst das Holz von der Rinde ausgehend radial auf und zwar mitunter bis zur Mitte (Trockenspalten). (Trennen sich die Jahrringe von einander, so heissen diese Spalten Ringklüfte, Kernschäle, Ringschäle). Diese rühren grösstentheils von der verschiedenen Breite in den Jahrringen, und sodann vom Frost her, der oft den Saum eines Jahrringes tödtet, ohne die Rinde zu verletzen, so dass ein neuer Anwuchs das getödtete Holz bedeckt.) Die älteren Bäume verlieren im Kern immer mehr und mehr Saft und schwinden demgemäss, während das junge Holz saftreich und in den naturgemässen Dimensionen bleibt. Bei diesem Schwinden tritt oft ein Trennen an den Spiegelflächen ein, wodurch die Spiegelklüfte (Strahlenrisse, Uhrzeiger, Waldrisse) gebildet werden oder Kaltrisse, (Eisklüfte, Frostklüfte) weil sie wahrscheinlich die Folge kalter Winter sind.

Der aus dem Holz verdunstende Saft hinterlässt natürlich alle diejenigen Substanzen, welche bei der Verdunstungstemperatur sich nicht verflüchtigen. Die Gesammtheit dieses Rückstandes ist stark hygroskopisch. Hierin liegt (wenn auch nur zum Theil) die Ursache, weshalb die letzten Wassertheile so schwer fortgehen und weshalb gedörrtes Holz in einem feuchten Raum wieder begierig Wasser aufnimmt und weshalb der Wassergehalt des Holzes mit demjenigen der Atmosphäre wechselt. Die Hauptursache dieser Erscheinungen liegt in der Poren- und Spiegelthätigkeit, welche als Kapilarität namentlich dann zur Wirkung gelangt, wenn das Holz direct mit Wasser in Berührung gebracht wird. Sowohl beim Anziehen der Luftfeuchtigkeit als beim Einsaugen von Wasser tritt eine Veränderung in den Dimensionen des Holzes ein, welche derjenigen, die vom Austrocknen herrüht, entgegengesetzt ist, nämlich eine Vergrösserung (Anschwellen). Dieser Vorgang wird Quellen (Gonfler, *Swelling*) genannt. Die Grösse des Quellens (Quellmass) steht in einer merkwürdigen Uebereinstimmung mit dem Schwindmass, so nämlich, dass die durch das Austrocknen entstandene Volumenverminderung bei der Aufnahme einer Feuchtigkeitsmenge, welche der verdunsteten gleich ist, wieder verschwindet. Es treten beim Quellen demgemäss auch in umgekehrter Reihe dieselben Ver-

änderungen wie beim Austrocknen ein. Krumm gewordene Bretter werden wieder grade, wenn sie an der hohlen Seite Feuchtigkeit aufnehmen. Sprünge und Risse schliessen sich wieder u. s. w. — Auch mechanische Eindrücke (eingeschlagene Zeichen etc.) verschwinden im Holze, wenn man die gestossene Stelle anfeuchtet. — Das Krumm- oder Windschiefziehen einer trockenen ebenen Holzplatte bei Feuchtigkeitsaufnahme findet leicht die Erklärung in denselben Gründen, welche beim Austrocknen oben näher angegeben sind.

Die Eigenschaft des Holzes, abwechselnd zu schwinden und zu quellen und auch zu reissen also in fortwährender Thätigkeit zu sein (arbeiten, Travailler) und die Dimensionen zu verändern, ist in sehr vielen Fällen höchst unerwünscht und hat daher Veranlassung gegeben, Mittel aufzusuchen, durch welche diese Holzthätigkeit entweder ganz beseitigt oder wenigstens auf ein geringstes Mass zurückgeführt werden kann.

Dazu gibt es naturgemäss nur zwei Methoden. Erstens kann man die Ursache dieser Veränderung beseitigen und zweitens die Wirkung der Ursachen gewaltsam verhindern.

Der Feuchtigkeitsgrad im Holze richtet sich zunächst nach demjenigen der Umgebung: Das Holz wird daher am wenigsten arbeiten, wenn es vorher auf denjenigen Grad der Trockenheit gebracht ist, welcher der Luft entspricht, in der die fertigen Gegenstände (Möbel, Bautheile etc.) später sich aufhalten sollen. Daher ist das Austrocknen [1]) des Holzes vor der Verwendung desselben ein Mittel, Schwinden und Quellen innerhalb einer gewissen Grenze zu erhalten und wird desshalb fasst immer mit demselben vorgenommen. Dies Austrocknen muss mit grosser Vorsicht stattfinden, wenn das Material nicht durch Reissen etc. beschädigt oder untauglich werden soll.

Vor allen Dingen ist dabei ein langsames Austrocknen zu empfehlen, so nämlich, dass, während die Verdunstung an der Oberfläche vor sich geht, die Feuchtigkeit aus dem Inneren in gehöriger Weise nachziehen kann. — Desshalb trocknen dünne Holzstücke (Bretter, Latten etc.) schneller und regelmässiger als dicke (Balken, Stämme) und aus demselben Grunde wird das Holz in so dünnen Stücken getrocknet, als die spätere Verwendung gestattet. — Um zur Vermeidung des Reissens ein langsames Austrocknen zu bewirken, lässt man dem Stamme gewöhnlich die Rinde, entweder ganz oder theilweise, indem man nur Ringe sitzen lässt oder in Schraubenlinien einen Rindenstreifen abschält (Bereppeln). Die Hirnseite wird dann sogar oft noch mit Papier beklebt oder gefirnisst u. s. w., um an dieser Stelle Kernrisse zu vermeiden. Statt des langsamen (monate- oder jahrelangen) Austrocknens wird in manchen Fällen ein schnelles Entfernen der Feuchtigkeit durch künstliche Erwärmung innerhalb einiger Stunden oder Tage vorgezogen, nicht nur wegen des Zeitgewinnes, sondern auch deshalb, weil das Austrocknen nicht so ungleichmässig von Statten geht.

Die Hülfsmittel sind in diesem Falle sehr verschieden. Während es bei kleinen Stücken genügt, dieselben in heissen Sand oder auf einen Stubenofen etc. zu legen, hat man bei grösseren Gegenständen besondere Apparate für zweckmässig gefunden.

Entweder schliesst man das Holz in luftdicht verschlossene eiserne Gefässe ein, welche man vermittelst eines Dampfmantels allmählich bis auf 100° erhitzt und setzt dann zur Unterstützung der Verdunstung eine Luftpumpe mit denselben in Verbindung mit etwa 50 bis 75 mm. Vakuum;

---

1) Polyt. Centr. 1870. S. 1560.

oder man lässt in diese Gefässe so lange überhitzten Wasserdampf eintreten, bis das Austrocknen erfolgt ist. —

Eine zweite einfachere Methode besteht in der Anwendung sogenannter Trockenkammern (Schwitzkasten). Diese bestehen in der Regel aus einem gemauerten, mit einem Gewölbe geschlossenen Raum, in den das Holz auf niedrigen Wagen eingeschoben oder in dem dasselbe gehörig aufgestapelt wird und der von einem zweiten Mauerwerk so umgeben ist, dass zwischen beiden ein hohler Raum bleibt, der von den brennenden Gasen einer Feuerung durchstrichen wird.

Nebenstehende Skizze (Fig. 3 u. 4) stellt im Längenschnitt und im Grundriss eine solche Einrichtung in der einfachsten Ausführung dar.[1]) A ist der innere Trockenraum, der bei B mit eisernen Thüren verschlossen wird und von dem Hohlmantel c umgeben ist, der durch b mit einer Feuerung a und dann mit dem Abzug zum Schornstein d. verbunden ist. Zum Wegsaugen des in A sich bildenden Wasserdampfes ist dieser Raum durch eine regulirbare Oeffnung g über dem Boden ebenfalls mit d in Verbindung gebracht, während in der Thür eine Oeffnung zum Eintritt atmosphärischer Luft vorhanden ist. Der Raum A wird zweckmässig 7,5 m lang, 2,6 m hoch und 2,6 m breit gemacht. Die Temperatur kann leicht auf 120° gebracht, namentlich, wenn statt einer Feuerung a an jeder Langseite eine solche angebracht wird. —

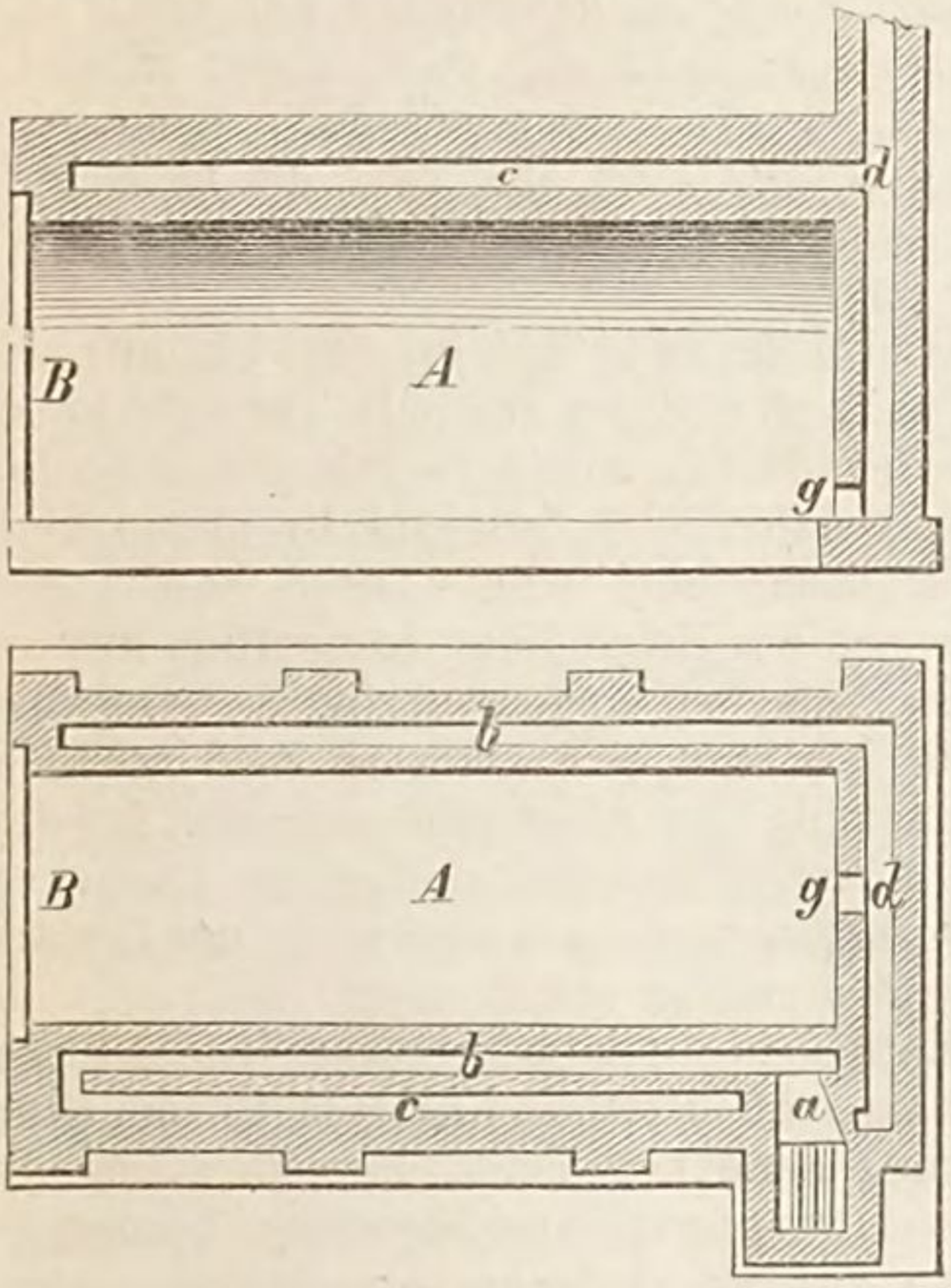


Fig. 3. 4.

Die Zeit, welche zum Austrocknen erforderlich ist, ist sehr verschieden und variirt, nach Grösse der Holzstücke und Temperatur zwischen 12 Stunden und 3 Wochen. —

Indem ein vorsichtig geleitetes Austrocknen das Holz später in hohem Grade gegen Schwinden schützt, so kann doch das Quellen damit noch nicht beseitigt sein, obschon die Erfahrung beweisst, dass stark getrocknetes Holz weniger dem Quellen unterworfen ist als schwach getrocknetes. — Soll das Quellen unmöglich gemacht werden, so kann das nur geschehen durch vollständige Beseitigung der vom Trocknen zurückbleibenden hygroskopischen Saftbestandtheile und eine solche Verstopfung der Poren, dass durch sie Feuchtigkeit nicht aufgesogen werden kann.

Die Entfernung der Saftbestandtheile kann entweder auf mechanischem Wege durch Auspressen, Aussaugen etc. oder auf dem Wege der Auflösung oder Zerstörung geschehen. — Im ersteren Falle presst man den Saft dadurch aus, dass man das Holz, in geeigneter Form vorbereitet, (Bretter, Latten), einige Male durch Walzen gehen lässt, die allmählich etwas näher gestellt werden, und mit immer grösser werdendem Druck auf das Holz pressend einwirken. Dieses Verfahren ist wohl nicht geeignet,

1) Gottgetreu, Baumaterialien I. S. 385.

im Grossen nachhaltig zur Anwendung zu gelangen, (wenngleich ein guter Erfolg nicht in Abrede gestellt werden kann), da ausgewähltes astfreies Holz nur dieser langwierigen und kostspieligen Prozedur unterworfen werden kann. — Dasselbe ist zu sagen von dem Vorschlag den Saft vermittelst einer Luftdruckpumpe auszutreiben.

Der zweite Weg, vermittelst Auflösung des Saftes in Wasser und Entfernung dieser Lösung die hygroskopische Eigenschaft des Holzes zu zerstören, ist dahingegen sowohl wegen der Einfachheit als der Billigkeit des Verfahrens allgemein in Aufnahme gekommen. Man kann dabei drei Methoden wählen: 1. Auslaugen mit kaltem Wasser, 2. Auslaugen mit heissem Wasser, 3. Auslaugen mit Dampf.

Das Auslaugen mit kaltem Wasser, welches gewöhnlich auf die Weise vorgenommen wird, dass man das Holz in stehendes oder besser fliessendes Wasser wirft (Günstige Einwirkung des Flössens) und darin mehr oder weniger lange Zeit (oft Monate lang) liegen lässt, ist zwar die einfachste und billigste aber auch unvollkommenste Methode, weil sie nur sehr langsam und nicht genügend zum Ziele führt.

Bis zum Kochen erhitztes Wasser löst zwar mit grosser Leichtigkeit den hygroskopischen Theil des Saftes auf und ist desshalb ein sehr gutes Mittel zur Beseitigung desselben aus dem Holze, allein es dringt nur höchst langsam in das Holz ein und fordert daher viel Zeit und Brennmaterial, wenn die Wirkung eine zufriedenstellende sein soll. Dieses Auslaugen (Kochen) findet Anwendung, wo es sich um Behandlung namentlich kleiner Holztheile handelt und wird dann in einfachen eingemauerten Kesseln vorgenommen. Auch in solchen Fällen, wo man eine grössere Zahl gleicher Hölzer hat, wie z. B. bei der Herstellung von Eisenbahnwaggons, ist das Kochen in Gebrauch und wird dann in viereckigen hölzernen Bottichen die mit entsprechenden Deckeln versehen sind, ausgeführt. Die Erwärmung des Wassers geschieht dann zweckmässig mit Dampf.

Das vorzüglichste Mittel zur Entfernung der Saftbestandtheile ist der Wasserdampf, weil dieser nicht nur am schnellsten und tiefsten in das Holz eindringt, sondern auch die Auflösung derselben am vollkommensten bewirkt. Diese Art des Auslaugens (Dämpfen) wird desshalb besonders dann angewendet, wenn nicht allein zur Verhinderung des Werfens etc., sondern auch zur Vermeidung schnellen Verfaulens die Säfte beseitigt und im letzteren Falle antiseptische Mittel an ihre Stelle gebracht werden sollen (wie z. B. bei Eisenhahnschwellen. Siehe hierüber den dritten Abschnitt). Zum Dämpfen selbst ist ein Apparat vorhanden, der aus mindestens zwei Theilen besteht, aus einem Dampferzeuger und einem Auslaugegefäss. Als Dampfentwickler kann man sich eines beliebigen Dampfkessels bedienen, der jedoch, da der Druck in demselben nur sehr gering zu sein braucht, von geringer Wandstärke sein darf, wesshalb alte Dampfkessel zum Holzdämpfen gewöhnlich noch Verwendung finden können. — Das Auslaugegefäss ist sehr häufig aus Holz, mitunter aus Metall (alte Dampfkessel) konstruirt. Seine Dimensionen sind zwar nach den vorliegenden Holzgrössen zu bemessen, aber in einem bestimmten Verhältnisse zu der Heizfläche des Kessels zu nehmen, wenn die Ausnutzung des Brennmaterials eine gute sein soll. Karmarsch gibt an, dass man auf ein Quadratmeter Feuerfläche 40 Kubikmeter Inhalt des Kastens nehmen könne. — Auslaugegefäss und Kessel stehen durch ein Dampfrohr mit Regulirungshahn in Verbindung.

Das Holz wird in dem Dampfkasten so aufgestapelt, dass die Flächen möglichst frei liegen und die Zwischenräume recht klein werden. Bei

runden Kesseln bedient man sich zweckmässig eines Wagens, dessen Boden und Gestell sich an die zylindrische Gestalt des Kessels anschliessen und der auf im Kessel liegenden kleinen Schienen bewegt wird.

Bei dem Dämpfen wird nun so verfahren, dass man den Dampf allmählig in den Kasten treten lässt, um eine langsame Erwärmung zu bewirken, wozu etwa drei bis sechs Stunden gehören. Dann wird immer mehr und mehr Dampf zugelassen, bis nach etwa 12 bis 15 Stunden der volle Dampf eintritt, und dieser Zustand so lange erhalten, bis die anfangs entstehende, je nach der Holzart verschieden gefärbte Brühe verschwindet, und statt ihrer klares Wasser durch einen zum Ablaufen angebrachten Hahn abfliesst. Bei dicken Hölzern dauert der ganze Prozess etwa 60 bis 80 Stunden. In Bezug auf die Temperatur des Dampfes ist zu bemerken, dass diese nicht über 100° sein darf, wenn nicht die durch das Dampfen hervorgebrachten guten Eigenschaften des Holzes leiden sollen. Diese bestehen nämlich in einer erhöhten Härte und Festigkeit.

Nachdem der Saft auf irgend eine Weise aus dem Holze entfernt ist, kann man offenbar durch Verstopfung der dadurch entstandenen leeren Poren das Eindringen des Wassers von Aussen her unmöglich machen. Da diese Verstopfung aber auch zugleich die Haltbarkeit des Holzes erhöht und hauptsächlich sogar aus diesem Grunde Anwendung findet, so kann hier ebenfalls auf den dritten Abschnitt dieses Buches verwiesen werden.

Was endlich die gewaltsame Verhinderung der Formveränderung anbetrifft, so kann man die Mittel dazu in zwei Kategorien bringen: die erste Kategorie umfasst solche, welche in Wirklichkeit eine Dimensionveränderung durch entgegenwirkende Kräfte nicht zulassen und die zweite Kategorie solche, welche das Schwinden, Werfen etc. so über grosse Flächen vertheilen, dass es nicht oder kaum bemerkbar wird.

Versieht man Holzstücke an entsprechenden Stellen mit eisernen Schienen, Platten u. s. w. von genügender Stärke, so wird innerhalb einer gewissen Grenze eine Veränderung in der Grösse derselben unmöglich gemacht. Solche Verstärkungen sind aber nur ausnahmsweise anwendbar und darum setzt man an Stelle der Metallstäbe solche aus Holz. Da diese sich jedoch ebenfalls selbst wieder verändern, so wird zwar keine absolute Beseitigung des in Rede stehenden Uebels, aber doch eine für fast alle Fälle ausreichende herbeigeführt. — Da das Nähere hierüber in das Kapitel der Holzverbindungen gehört, so mögen hier nur als Beispiele Erwähnung finden: die Hirnleisten, Grathleisten, eingeschobenen Leisten an Reissbrettern, Formbrettern; das Rahmholz, die Friese bei Füllungen und Parketböden.

Die Erfahrung zeigt, dass Holzstücke, welche z. B. durch Sägenschnitte getheilt, den organischen Zusammenhang verloren haben, nach einer Wiedervereinigung etwa durch Leimen ein geringeres Schwind- und Quellmass besitzen, so dass man demnach schon einen Vortheil gewinnt, wenn man einen Holzgegenstand aus vielen Theilen zusammensetzt. Wenn dann bei einer Zusammenfügung vieler Theile gehörig auf den Lauf der Fasern Rücksicht genommen wird, z. B. dass bei Langholzverbindungen mit verschiedenen Holzlagen übereinander sich die Fasern kreuzen, so wird dadurch nicht allein ein geringeres Schwinden herbeigeführt, weil sich die einzelnen Theile gegenseitig durch ihr verschiedenes Schwindmass daran hindern, sondern dasselbe auf eine grosse Fläche vertheilt und dadurch den Augen fast entzogen. Aus diesen Gründen werden Billard- und solche Tische, deren Oberfläche möglichst unveränderlich sein soll, aus vielen Theilen zusammengesetzt.

Andere Beispiele liefern: Parketböden, Getäfel (zur Wandbekleidung, an Möbeln etc.) Billardstöcke, Kattundruckformen, Giesserei-Modelle, Zeichenbretter, Chatoullen u. s. w. u. s. w.

Zweiter Abschnitt.

Erstes Kapitel.

Passive Werkzeuge. [1])

Unter passiven Werkzeugen sind diejenigen Mittel zu verstehen, welche nicht unmittelbar eine Gestaltveränderung des Arbeitsstückes hervorbringen, sondern nur bei dieser Arbeit Unterstützung gewähren. Es gehören demnach in dieses Gebiet die Mittel zum Anfassen, Festhalten; Abmessen, Eintheilen und Vorzeichnen.

I. Mittel zum Anfassen und Festhalten.

Die Hülfsmittel zum Anfassen und Festhalten bilden häufig Theile anderer Werkzeuge, z. B. das Futter und der Support an der Drehbank, der Bohrkopf an dem Bohrgeräth etc. Da diese Mittel am Besten in unserer Darstellung bei den betreffenden Vorrichtungen Platz finden, so kann es sich hier nur um diejenigen handeln, welche selbstständige Werkzeuge bilden. Diese selbstsändigen Werkzeuge machen wegen der grossen Verschiedenheit der Arbeitsstücke und weil es wenige dergleichen gibt, welche frei in der Hand zu halten sind, oder an und für sich, z. B. durch ihr Gewicht genügende Sicherheit für die Beibehaltung der Lage während der Bearbeitung bieten, einen bedeutenden und wichtigen Apparat aus.

A. Zangen.

Zum Halten kleiner Gegenstände und namentlich in den Fällen, wo dies nur vorübergehend nöthig ist, bedient man sich der Zangen, welche auf dem Prinzip des einarmigen oder zweiarmigen Hebels beruhen. — Nach dem ersten Prinzip sind namentlich diejenigen Zangen konstruirt, welche den Namen Pinzette (Federzange, Kornzange, Kluppzange, Pincette, Brucelle, Bercelle, *Corn tongs, Tweezers*) führen. Dieselben bestehen aus zwei Metallstreifen (aus Stahl oder Messing) von etwa 15 cm. Länge und auf $^2/_3$ der Länge 1 cm. Breite (das andere Drittel ist etwas verdickt und zugespitzt), die am Ende so mit einander durch Niete verbunden sind, dass die Spitzen aus einander federn. Durch einen Druck zwischen den Fingern nähern sich die Spitzen und fassen dadurch den Gegenstand. — Mitunter kann es zweckmässig sein, die Pinzetten so einzurichten, dass sie ohne den Fingerdruck das Objekt festhalten; dies wird entweder dadurch erreicht, dass die Spitzen gegen einander federn und sich durch den Fingerdruck öffnen, oder dadurch, dass sie durch einen kleinen Schieber geschlossen werden.

Mancherlei Aenderungen kommen ausserdem noch für bestimmte Zwecke vor, z. B. gebogene Spitzen, Spitzen aus Elfenbein, Kork etc.

---

1) Karmarsch, Technologie Bd. I. S. 239 u. 688. — C. Hartmann, Die Werkzeuge der Metallarbeit. Weimar 1856. S. 1. — Technol. Encyklop., Die betreffenden Artikel. — O. Byrne-Spon's, Dictionary of Engineering, London 1870. Artikel: Handtools. — F. v. Wertheim, Werkzeugkunde zum Gebrauch für techn. Lehranstalten. Wien 1869. — Karmarsch, Katalog.

Auf dem Prinzipe des zweiarmigen Hebels beruhen diejenigen Zangen, welche als Flachzangen, (Pincette plate, *Plyer*, *Flat plyer*) Schmiedezangen (Tenaille, Pince de forgeron, *Tong*, *Smith-tong*) u. s. w. dazu bestimmt sind, grössere Arbeitsstücke mit Hülfe der Hand zu halten. Sie bestehen aus zwei, bei kleineren Zangen durcheinander gesteckten, bei grösseren übereinander gelegten um einen Stift (Bolzen) drehbaren Stangen, deren längere Enden (Griffe, Schenkel) mit der Hand gefasst und gegeneinander gedrückt werden: dadurch nähern sich auch die anderen kürzeren Enden (Backen), welche zusammen das Maul (Mors, *Bit*, *Chop*) bilden, und greifen das Arbeitsstück. Fig. 5 und 6 stellen eine Flachzange dar. Man erkennt leicht in aa die Stangen, in b das Maul und in c den Stift, um den sich die Stangen drehen. Zum bequemen Halten in der Hand sind die Stangen gewöhnlich gebogen und zum festeren Halten des Arbeitsstückes die, aus Stahl gebildeten, Maulflächen durch Meisselhiebe gekerbt.

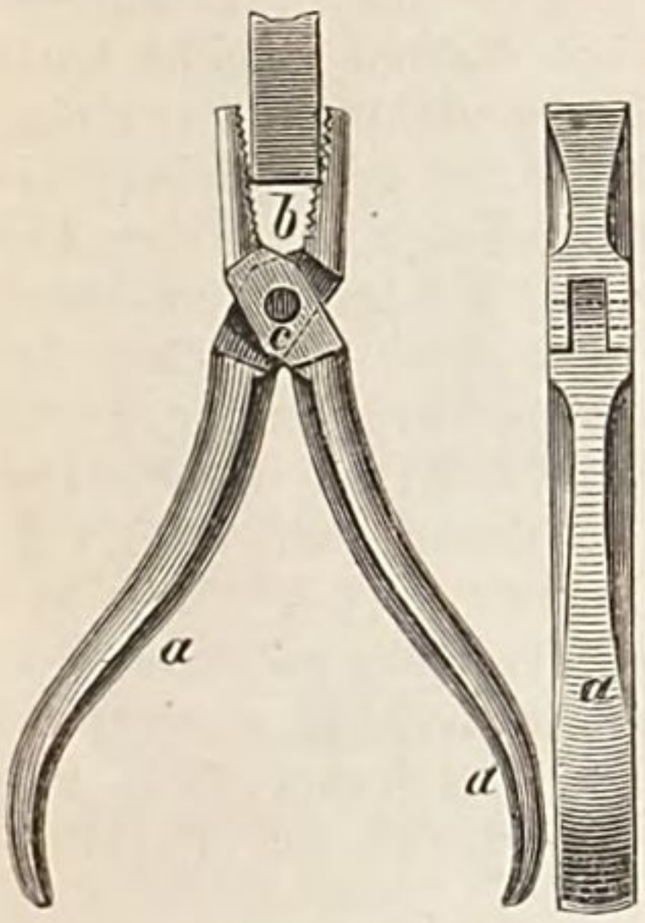


Fig. 5 und 6.

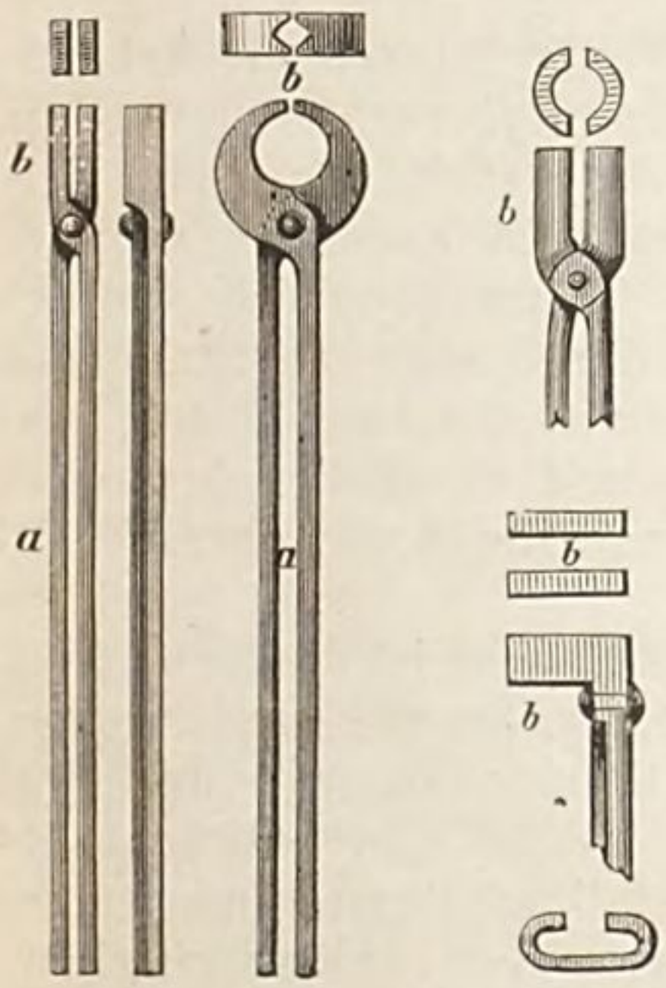


Fig. 7 bis 16.

Die Schmiedezangen,[1]) welche vom Schmiede dazu gebraucht werden, die glühenden Eisenstücke aus dem Feuer zu holen, gehören ebenfalls zu der eben beschriebenen Gattung von Zangen. Sie besitzen wie Fig. 7 bis 15 zeigen, ein kurzes Maul und lange Stangen, welche gerade und übereinandergelegt sind. Das Maul der Schmiedezangen ist übrigens je nach dem Arbeitsstück sehr verschieden gebildet, sowohl in der Längenerstreckung als im Querschnitt, wie nebenstehende Fig. 8 bis 15 zeigen, in denen Fig. 9, 11, 13 und 15 die Aufsicht auf das Maul darstellen. Die Zange, Fig. 10, 11 dient zum Halten von quadratischen, Fig. 12, 13 von runden, Fig. 14 und 15 von breiten, flachen Stücken.

Wenn die Zangenschenkel lange Zeit hindurch in der Hand gehalten werden müssen, so ermüdet die letztere leicht, namentlich bei schweren Arbeitsstücken, wenn sie ausserdem noch unaufhörlich, wie beim Schmieden, sich bewegen muss. In solchen Fällen klemmt man die Schenkel durch übergeschobene Klammern oder Ringe zusammen. Eine solche Klammer für Schmiedezangen ist in Fig. 16 gezeichnet. — Die kleineren Handzangen erhalten in dem Falle gewöhnlich die Form, wie sie aus Fig. 17, 18 (S. 50) ersichtlich ist und werden Schiebzangen (Tenaille à boucle, *Pin-tong*, *Sliding-tong*) genannt. Damit beim Losschieben des Ringes d die Schenkel sich von selbst öffnen, ist bei f noch eine kleine Blattfeder angebracht. Oft werden die Maulflächen nach den Seiten hin bedeutend verlängert, um breitere Gegenstände fassen zu können, wodurch die

1) Wiebe, Maschinenbaumaterialien. II. S. 410. — Dingler's Journal Bd. 163. S. 405; Bd. 176. S. 103. — Polyt. Centr. 1862. S. 727.

Fig. 17 u. 18.

Benennungen schmalmaulige (*Slide plyer*) und breitmaulige (*Slide vice*) Schiebzangen entstehen.

Aus der Zeichnung in Fig. 5 erkennt man leicht, dass bei einer bestimmten Oeffnung des Maules, d. h. also bei einer gewissen Dicke des zu fassenden Stückes die Maulflächen nicht mehr parallel stehen, sondern bei dünnen Stücken nach dem Drehbolzen divergiren, bei dickeren dahin konvergiren. Diese Stellung, unter einem Winkel grösser oder kleiner als Null, hat zunächst den Uebelstand zur Folge, dass das Arbeitsstück, wenn es nicht keilförmig ist, wenigstens an einer Seite nur an einer Kante und demnach höchst unsicher gehalten wird, und dass sich dasselbe bei entsprechend grossem Winkel aus dem Maul herausschiebt. Um diesem Uebelstand abzuhelfen, sind Zangen konstruirt, bei denen sich die Maulflächen stets parallel stellen (Parallelzangen).[1]) Man hat diesen Zweck auf verschiedene Weise erreicht: entweder dadurch, dass der eine Backen besonders drehbar angeordnet wird, (Fig. 19) oder dass beide Backen sich drehen, (Fig. 20) oder dass beide Backen besondere Führungen zur Parallelstellung erhalten.

Fig. 19.

Fig. 20.

B. Schraubzwingen, Leimknechte, Pressen.[2])

Bei einer grossen Zahl von Arbeiten müssen die Arbeitsstücke lange Zeit in einer bestimmten Lage erhalten werden, z. B. beim Zusammenleimen von Holzgegenständen, beim Feilen, Hobeln u. s. w. oder doch kräftiger angefasst werden, als dies mit Hülfe der Zangen (Schiebzangen nicht ausgenommen), möglich ist. Man setzt dann auch an Stelle der Menschenhand als Kraftquelle mechanische Hülfsmittel, namentlich den Keil und die Schraube und konstruirt daraus in Verbindnng mit dem Hebel eine ganze Reihe wichtiger Werkzeuge.

Das einfachste Werkzeug in dieser Reihe ist die Schraubzwinge (Presse à main, Presse à serrer, *Screw-clamp, Cramp, Holdfast*) (Fig. 21, s. S. 51). Dieselbe besteht aus drei Holz- oder Metallstücken, a, b, c welche gewöhnlich rechtwinklich mit einander verbunden oder, bei Metallzwingen oft aus einem Stück hufeisenförmig gebogen sind, und wovon eins der beiden freistehenden Stücke a oder c eine Mutter zur Aufnahme einer Schraube d besitzt, welche angezogen das Arbeitstück aufs Kräftigste fasst. — Da hierbei die Stücke a und c auseinander gedrängt werden, so ist für eine sehr feste Eckverbindung zu sorgen, wesshalb man wohl, wenn die Zwingen aus Holz gemacht werden, eiserne Winkelstücke anbringt. — Erlaubt es der Platz, so ist es zweckmässig, durch die beiden Schenkel a und c einen starken Draht zu ziehen, wie die punktirte Linie in Fig. 21 andeutet, weil dadurch der Druck von dem Stück b aufgenommen wird. — Aus demselben Grunde konstruirt man wohl die Zwinge aus zwei losen Holzstücken und zwei Schrauben.

Da die Schraubzwingen hauptsächlich beim Zusammenleimen von Holzstücken gebraucht werden (woher der Name Leimzwinge) und diese in

---

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1857. S. 271. 1861. S. 238. 2) Polyt. Mitth. Bd. 2. Taf. 12. — Engineer. S. 1870. S. 103. — Pol. Centr. 1870. S. 530.

den mannigfaltigsten Dimensionen vorkommen, so werden sie ebenfalls in vielen Grössen angefertigt. Die grösste Gattung, welche den Namen Schraub- oder Leim-Knecht (Serre-joints, Sergent, Sergoint, *Cramp Ship-cramp*) führt, ist indess in der Regel dadurch für mehrere Grössen passend eingerichtet, dass der eine Schenkel a Fig. 22 sich an bb verschieben und durch Keile, Bügel oder Stifte (Fig. 22 und 23) feststellen lässt. Eiserne Leimknechte werden zweckmässig so angeordnet, wie Fig. 23 zeigt. Die Schraube d hat einen Kopf e, in dem sie sich dreht, um das Eindringen in's Holz zu vermeiden, und einen Schlüssel f zum kräftigeren Anziehen. Das Stück a ist zur Aufnahme des Mittelstücks b mit einem rechtwinkligen Loche versehen und wird von einem Durchsteckstift festgehalten.

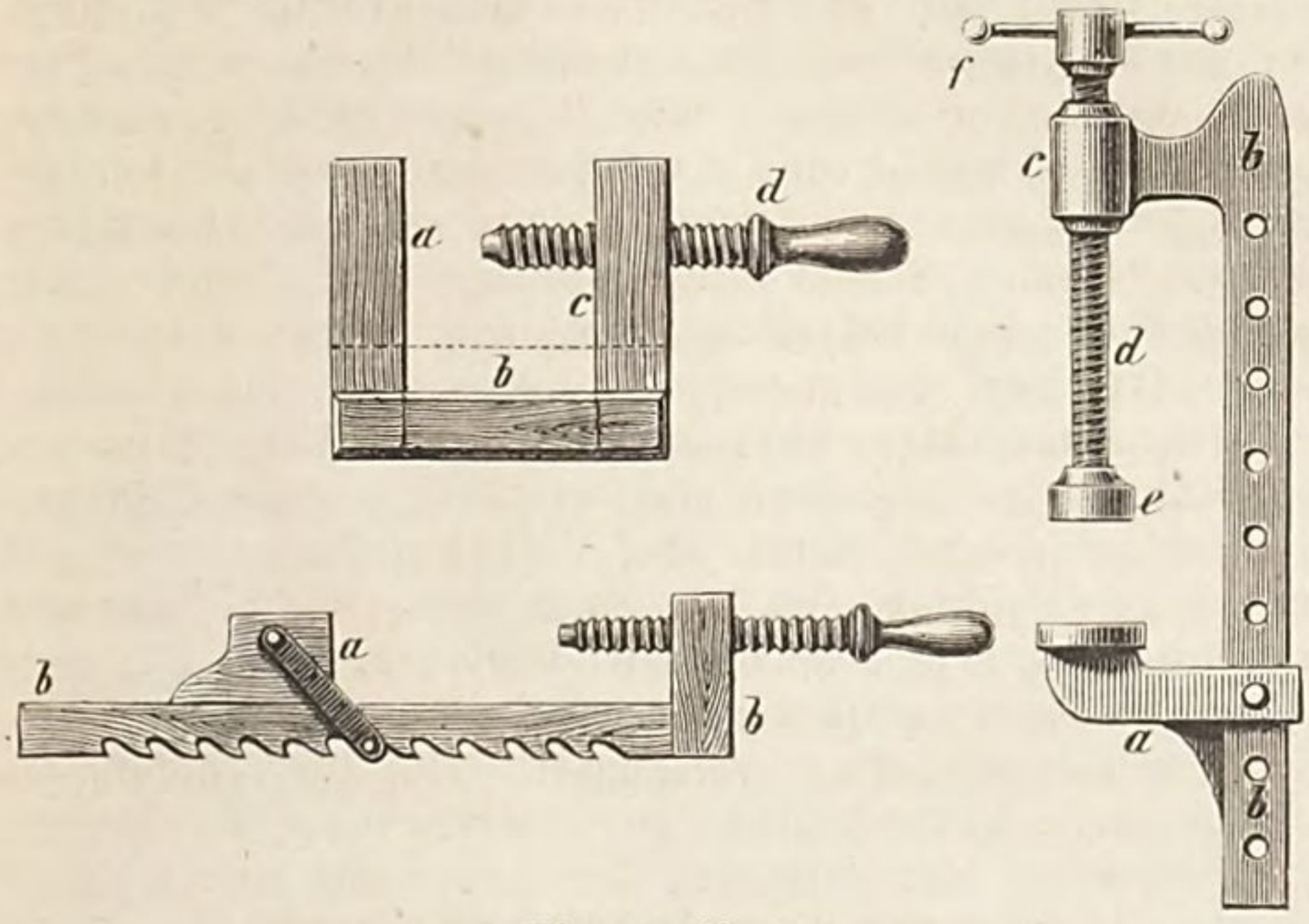


Fig. 21 bis 23.

Schliesst man bei einer Schraubzwinge die offene Seite dadurch, dass man zwischen a und c ein zweites mit b paralleles Stück einfügt, so entsteht daraus ein geschlossener Rahmen, (die Presse), welche übrigens oft mehrere Schrauben (3 bis 5) neben einander bekommt und bei der das, den Schrauben gegenüberliegende, Stück ebenso auf beiden Stangen verschiebbar gemacht wird, wie das Stück a in Fig. 23.

C. Feilkloben, Schraubstock, Hobelbank, Stehknecht, Spannblech etc. [1])

So zweckmässig das einfache Werkzeug, die Schraubzwinge mit ihren Abänderungen auch ist, um Gegenstände längere Zeit in einer bestimmten Lage zu erhalten, so unhandlich wird es, wenn das Arbeitsstück mit dem haltenden Werkzeug einer häufigen Lagenveränderung unterworfen werden muss, wie z. B. beim Rundfeilen eines Stiftes, bei Schnitzeln kleiner Holzstücke u. s. w. — In solchen Fällen kommt man auf das Prinzip der Federzangen zurück, indem man diese sehr stark baut, statt mit Spitzen mit Maulflächen versieht und den zarten Fingerdruck durch die Kraft einer Schraube ersetzt. Dadurch entsteht das Werkzeug, welches wegen seiner Hauptverwendung beim Abfeilen kleiner Arbeitsstücke Feilkloben, Handkloben (Étau à main, Pince à vis, Tenaille à vis, *Vice*, *Hand-vice*), oder auch, wenn es wegen seiner Kleinheit mit einem Stiel versehen werden muss, Stielkloben (Étau à queue, *Tail vice*) genannt wird. Ein Feilkloben einfachster Art ist in Fig. 24 dargestellt. Zwei halbrunde oder flache Holzstücke a a′ werden an einem Ende durch eine Blattfeder b so mit einander ver-

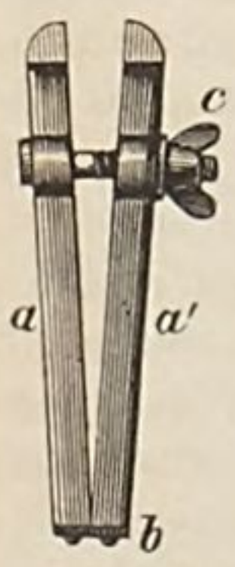


Fig. 24.

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1840. S. 1856. S. 23. — Masch.-Constr. 1870. S. 107. — Dingler's Journal, Bd. 195. S. 227.

bunden, dass das andere Ende aufklafft und durch eine Schraube c mit Flügelmutter zum Fassen des Arbeitsstückes zusammengedrückt werden kann.

Fig. 25.

Ein Stielkloben aus Metall mit Holzstiel ist in Fig. 25 vor Augen geführt und ohne Weiteres verständlich.

Soll ein Gegenstand mit Feilkloben sehr kräftig und sicher gehalten werden, so ist die nachgiebige Verbindung der beiden Theile durch eine Feder f (Fig. 25) unstatthaft, weshalb denn an Stelle dieser Feder ein Scharnierbolzen als Verbindungsstück, und zum selbstthätigen Oeffnen eine Blattfeder zwischen den beiden Schenkeln angebracht wird. Diesen allgemein gebräuchlichen Feilkloben zeigt Fig. 26, in welcher bb die beiden Backen bedeuten, die bei a das Maul bilden, dessen Flächen aus aufgeschweissten und durch Hiebe rauh gemachten Stahlplatten bestehen und wie bei den Schiebzangen entweder schmal oder breit sind, (schmalmaulige und breitmaulige Feilkloben). — Auch diese Feilkloben mit Scharnierbewegung sind sehr oft mit einem Stiel, Fig. 27, versehen, der an dem einen Backen sitzt und diesen gewissermassen über den Drehbolzen hinaus verlängert. Da die schmalmauligen Stielkloben hauptsächlich zur Bearbeitung von Draht dienen, so sind sie fast immer in der Achse mit einem Kanal versehen, welcher durch die Schraube und durch den Stiel geht (Fig. 25), um lange Drahtstücke $d\,d_1$ einschieben zu können. Aus demselben Grunde hat das Maul an betreffender Stelle kleine Einschnitte.

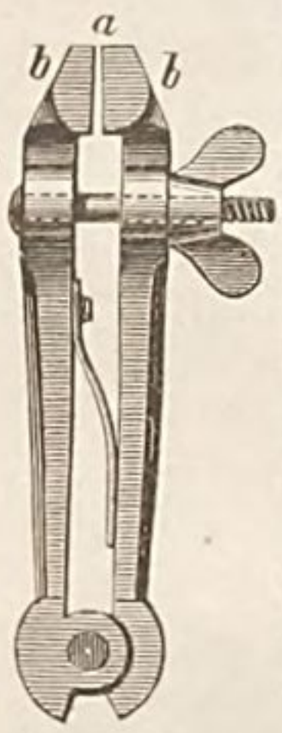


Fig. 26.

Die Bogenbewegung, welche beim Oeffnen und Schliessen der Backen am Feilkloben mit Scharnier stattfindet, erfordert zunächst, dass die Schraube durch eine ovale Oeffnung geht; sodann hat sie dieselben Misstände zur Folge, welche schon oben bei den Zangen Erwähnung fanden; deshalb hat man ebenfalls die Feilkloben so konstruirt, dass sich die Backen parallel bewegen (Parallelfeilkloben).

Grosse Feilkloben werden mitunter zur Befestigung an dem Werktisch eingerichtet (Tischkloben, Étau à table, *Table-vice*); entweder dadurch, dass man an der Stelle, wo beim Stielkloben der Stiel sitzt, eine Holzschraube anbringt und diese in den Tisch einschraubt, oder indem man den einen Backen mit einer Platte oder einer Schraubzwinge versieht und diese durch Schrauben an der Tischkante befestigt. Diese Tischkloben bilden dadurch den Uebergang zu demjenigen Werkzeug, welches dauernd am Werktisch angebracht und Schraubstock, (Étau, Étau d'établi, *Vice, Bench-vice, Standing-vice*)[1]) genannt wird, auch in dem Falle, wenn statt der Schraube zur Bewegung der Backen andere Organe vorhanden sind.

Fig. 27.

Der Schraubstock, den man als einen vergrösserten Feilkloben ansehen kann, bildet deshalb für den Metall- und zum Theil auch für den Holzarbeiter ein so wichtiges Werkzeug, weil er nicht nur durch seine feste Stellung am Werktisch (Bank, Établi, *Bench*) dem gefassten (eingespannten) Arbeitsstück eine feste Lage und in Folge dessen beide Hände des Arbeiters frei gibt, sondern auch, weil er durch verschiedene Grössen und Konstruktionen und mit Hülfe einiger Hülfswerkzeuge

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1845. 1857. — Mechan. Mag. 1867. p. 72. — Pol. Centr. 1866. S. 508. 1867. S. 308.

für fast jedes Arbeitsstück passend gemacht werden kann. — Im Wesentlichen besteht ein Schraubstock aus zwei Theilen, wovon der eine an der Bank befestigt und der andere gegen den ersten entweder im Bogen oder parallel zu sich selbst verschiebbar ist. Dieser Theil ist dem Arbeiter zugewendet. Die oberen Enden beider Theile heissen Backen, (Mâchoires, *Jaws*) und die zwischen ihnen gebildete Oeffnung das Maul (Mors, Chap, Chop, *Mouth*). — Wenn nun, wie es am häufigsten angetroffen wird und in Fig. 28 dargestellt ist, der eine Backen B sich im Bogen gegen den anderen A bewegt, so wird die Verbindung beider Theile mit Hülfe eines Drehbolzen D hergestellt, der durch zwei an dem festen Theil sitzenden Platten F, welche die Flasche (Jumelles), (Flaschenschraubstock), bilden, und den untern Theil des zweiten Theiles B hindurchgesteckt wird. — Die Bewegung des Backen B geschieht stets durch eine Schraube G, welche eine Mutter in dem festen Backen A findet, vermittelst des Schlüssels H gedreht und mit einem umgelegten Bund K gegen den Backen B gepresst wird. Damit beim Rückdrehen der Schraube der Backen B ebenfalls zurückgeht, ist noch eine Blattfeder a angebracht, welche in der Flasche festsitzt. Als Mittel zur Befestigung des Schraubstocks mit der Werkbank kann bei kleinen Schraubstöcken bis zum Gewicht 2 bis 3 kg. eine Schraubzwinge angewendet werden, die in der einfachsten Form so eingerichtet ist, wie Fig. 28 bei M zu erkennen gibt; grössere Schraubstöcke bedürfen jedoch einer solideren Befestigung, weil sie oft sehr schwere Gegenstände festhalten und ausserdem noch den bei deren Bearbeitung unvermeidlichen Druck oder Schlag aufnehmen müssen. Sie erhalten daher zunächst einen eisernen bis auf den Fussboden gehenden und in einen Klotz gesteckten Fuss P, Fig. 29, und dann noch ein mit dem festen Backen durch Keile oder Schrauben verbundenes Eisenstück N (Schere, Patte, *Patten*), welches auf der Werkbank festsitzt und dessen einfachste Anordnung, Fig. 31, zeigt.

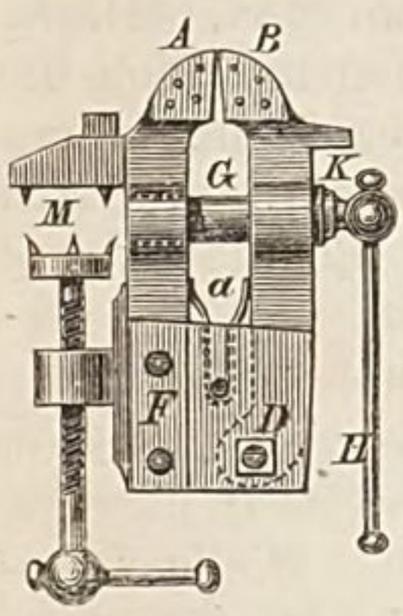


Fig. 28.

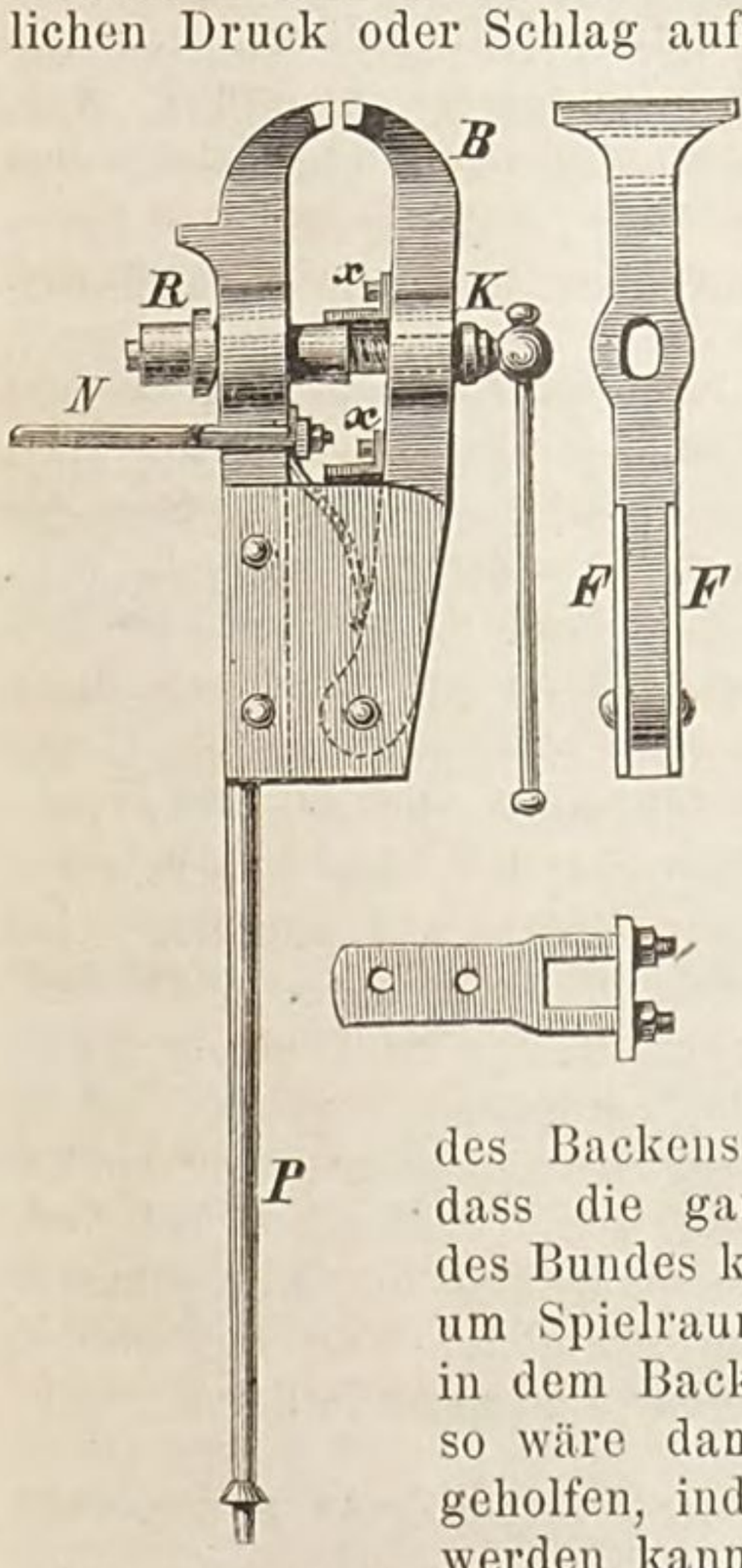


Fig. 29—31.

Besondere Sorgfalt ist auf die Einrichtung der Schraube, die beide Backen gegeneinander bewegen soll, zu verwenden. Beim Oeffnen des Backens B senkt sich offenbar die Oeffnung, durch welche die Schraube hindurchgeht, und wird, da die Schraube nicht gekrümmt werden kann, sehr bald zu einem Hinderniss für ein weiteres Oeffnen. Gleichzeitig wird dabei, da die vertikale Linie des Backens B sich neigt, der Uebelstand eintreten, dass die ganze Kraft der Schraube nur von der Kante des Bundes k aufgenommen werden muss. Würde man nun, um Spielraum für die Schraube zu gewinnen, das Loch in dem Backen B länglich machen, wie Fig. 30 angibt, so wäre damit dem zweiten Uebelstande noch nicht abgeholfen, indem dieser nur dadurch vollständig beseitigt werden kann, dass die Schraube eine kippende Bewegung erhält. Deshalb liegt auch das Muttergewinde nicht fest

in dem Backen A, sondern beweglich in einem Rohr R (Hülse, Boite, *Box*), das sich zweckmässig mit zwei runden an den zwei gegenüber liegenden Seiten sitzenden Erhöhungen, Fig. 29, gegen den Backen legt und durch eine daran sitzende Leiste am Mitdrehen verhindert wird. — Zum Schutz der Schraube gegen das Einfallen von Spänen etc. wird mitunter die Hülse so lang gemacht, dass sie an den beweglichen Backen reicht, Fig. 28; einfacher erreicht man aber den Zweck durch kleine Blechdächer, Fig. 29.

Der Flaschenschraubstock besitzt wie die Feilkloben und Zangen den Uebelstand, dass nur bei einer Stellung die Maulflächen parallel stehen und das Arbeitsstück in der ganzen Breite fassen. Wenn auch dieser Uebelstand sich innerhalb einer gewissen Grenze (um die mittlere Stellung herum) wenig fühlbar macht, so tritt doch bei dickeren Gegenständen die Unbrauchbarkeit des Schraubstocks mit Bogenbewegung bald ein. Dann setzt man an Stelle der Bogenbewegung eine Parallelbewegung, wodurch der Parallelschraubstock, (Étau parallèle, Étau à mouvement parallèle, *Parallel vice*) [1]) entsteht.

Die Zahl der verschiedenen Anordnungen der Parallelschraubstöcke ist so ausserordentlich gross, dass hier nur diejenigen besprochen werden können, an denen das Prinzip für die Backenbewegung, so weit dasselbe praktisch zur Geltung gekommen ist, erklärt werden kann. Die gewöhnlichste Anordnung ist die mit der Schraube und aus Fig. 32 zu erkennen. Der Backen A bildet mit der Konsole D und der Grundplatte E ein Stück und wird durch dieses mit der Werkbank vermittelst Schrauben verbunden.

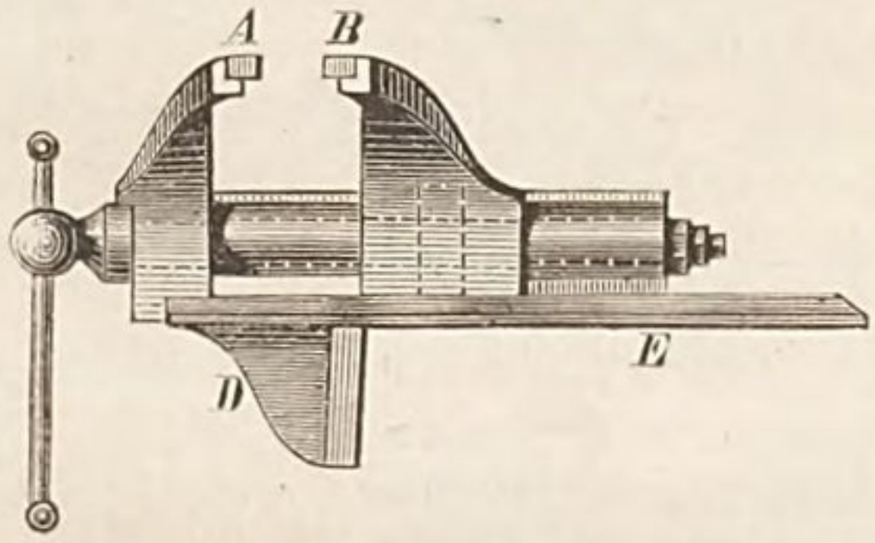


Fig. 32.

Der Backen B gleitet dahingegen in Nuthen der Platte E. Nun ist die Schraube so durch A geführt, dass sie sich wohl drehen, aber nicht verschieben kann. Da die Mutter dieser Schraube sich aber in B befindet, so wird sich dieser Backen durch Drehung der Schraube auf E parallel zu sich selbst bewegen. — Bei einigen Schraubstöcken ist umgekehrt der Backen A beweglich und B fest, doch möchte die erste Konstruktion vorzuziehen sein.

Statt der Schraube, welche sowohl die Bewegung als die Feststellung des Backens bewirkt, hat man verschiedene Einrichtungen ersonnen, um das langwierige Oeffnen und Schliessen des Schraubstocks schneller vollziehen zu können. Unter diesen sind bemerkenswerth: eine Sperrstange, an welcher der bewegliche Backen durch einen Sperrkegel gehalten wird mit einer kurzen Schraube zum Anziehen; und in neuerer Zeit eine Sperr- oder Klemmvorrichtung mit verzahnter Stange und einem Kniehebel. Ein Schraubstock letzterer Art (nach dem Patent Stephens) ist in Fig. 33 und 34 (s. S. 55) abgebildet. Er besteht zunächst aus den beiden Theile A und B, wovon A als Unterlegeplatte mit der Werkbank C fest verbunden ist. Eine nach unten durchgehende Schraube mit Flügelmutter verbindet die beiden Theile A und B fest miteinander. Von den beiden Backen D und E ist D mit der Hand verschiebbar und zwar in der Hülse F,

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1856. S. 21. 1859. S. 306. 1860. S. 307. 1868. S. 1874. — Dingler's Journal Bd. 187 S. 190 u. 191. Bd. 188. S. 103.

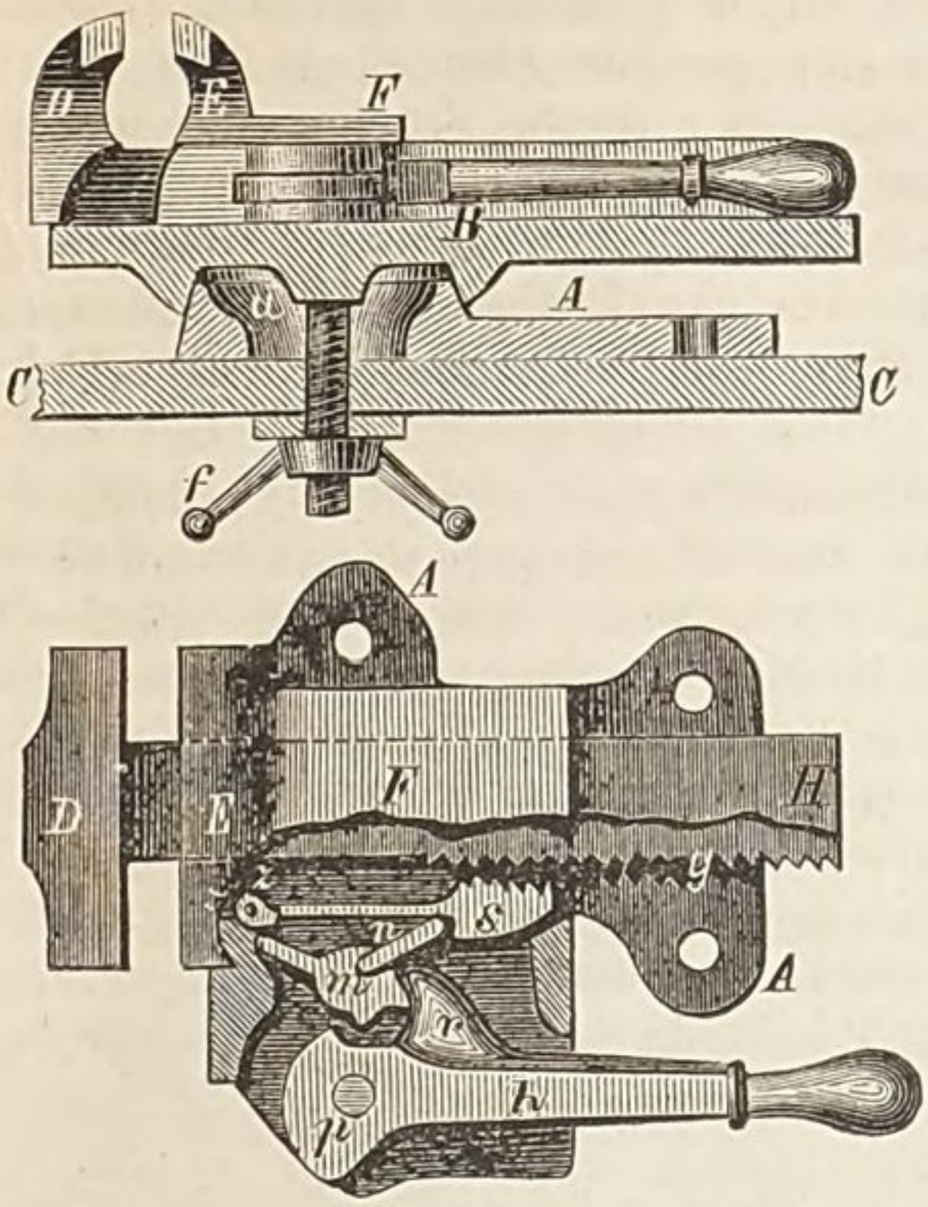


Fig. 33 und 34.

die einen Theil von E ausmacht, so dass die Maulflächen stets parallel bleiben. Es wird nach dieser Verschiebung und dem Einlegen des Arbeitsstückes das Festklemmen durch einen Kniehebel bewirkt, der ein mit kleinen Verzahnungen versehenes Stahlstück s gegen ähnliche an dem Arm H befindliche Einkerbungen g gewaltsam anpresst. Der Kniehebel selbst besteht aus den zwei Theilen m und n, wovon sich n gegen s und m gegen ein Stück des festen Backens E stemmt, so dass s nicht nur gegen die Verzahnung g drückt, sondern dieselbe auch noch fortzuschieben bestrebt ist, wodurch ein äusserst festes Einklemmen des Arbeitsstückes bewirkt wird. Die Bewegung des Kniegelenks wird durch das Exzentrik p gegen m mit Hülfe des Hebels h bewerkstelligt, wenn dieser in der Richtung nach aussen gezogen wird. In entgegengesetzter Richtung zurückgedrückt, löst die Nase r am Hebel h die Verbindung zwischen s und g durch einen Druck gegen m wieder aus, wobei die Feder Z zu Hülfe kommt.

Eine eigenthümliche aus Zweckmässigkeitsgründen hervorgegangene Art von Parallelschraubstock ist die für Holzarbeiter unentbehrliche, namentlich auch für grosse Stücke bestimmte Anordnung, welche wegen der besonders häufig darauf vorgenommenen Arbeit des Hobelns die Hobelbank, (Établi, *Bench, Planing-bench*) genannt wird. Dieselbe besteht, wie aus Fig. 35 und 36 hervorgeht, aus einem transportabelen hölzernen Werktisch, deren Platte B (Blatt, Table, *Table*) auf einem Gestell liegt, und an der sich zwei Einspannvorrichtungen C, D, (Zangen, Presse, *Bench screw*) befinden, deren wesentlicher Theil die durch einen Schlüssel drehbaren hölzernen Schrauben E, F sind. Die bei C liegende Zange (Hinterzange, Presse de derrière, *End screw*) besteht aus dem Holzklotz a, welcher durch die Schraube E, deren Mutter in dem an der Bank festsitzenden Stücke G sich befindet,

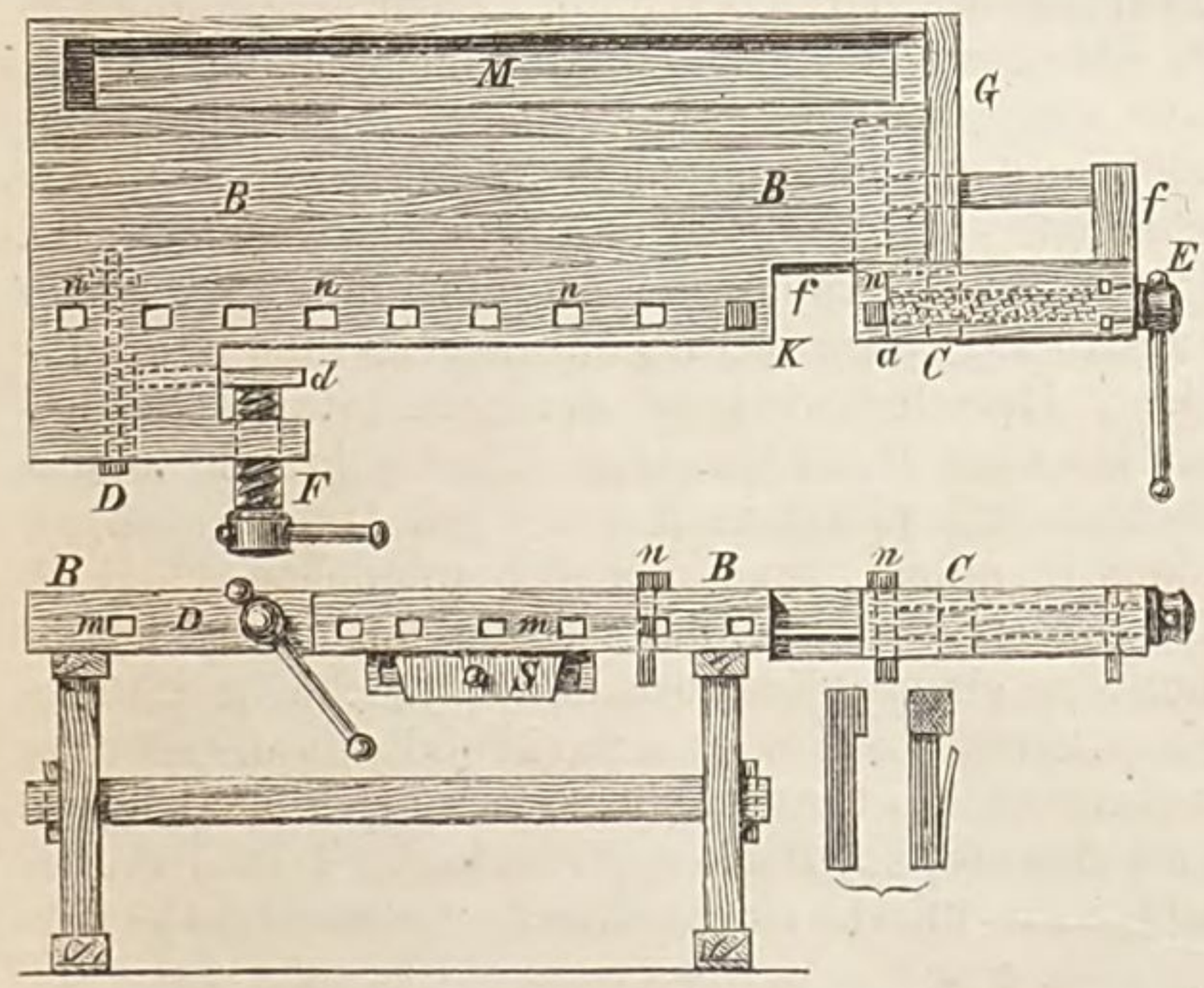


Fig. 35, 36 und 37

mit den aus der Zeichnung erkennbaren Führungsleisten f hin und hergeschoben und daher als ein beweglicher Backen angesehen werden kann.

Der feste Backen wird von der Kante K des Blattes gebildet. Durch diese Backen können aber, da die Entfernung der beiden Blätter wohl nicht mehr als etwa 30 cm. betragen darf, nur kleine Stücke eingespannt werden. Für grosse Stücke dienen desshalb viereckige eiserne mit Meisselhieben rauh gemachte Stützen (Bankhaken, Bankeisen, Mentonnet, *Bench-hook* [1]) Fig. 37, welche in die viereckigen Löcher n des Blattes und der Zange gesteckt werden und zusammen das Schraubstockmaul bilden. Die grössere Anzahl solcher Löcher (etwa 10 in je 10 cm. Entfernung) lässt dabei das Anpassen an die Dimensionen des vorliegenden Arbeitsstücks zu. Zweckmässig ist es auch, an der Vorderkante des Blattes Bankeisenlöcher m anzubringen, um flache Stücke mit der Kante nach oben einspannen zu können. Gewöhnlich dient jedoch hierzu die an der Vorderkante bei D sitzende Zange (Hinterzange, Presse de devant, *Side screw*), die wesentlich nur eine Schraubzwinge ist, indem das Arbeitsstück von der Schraube F durch ein verschiebbares Brett (Zangenbrett) d gegen die Platte gepresst wird. Die zwei Zangen machen die Hobelbank zu fast allen Holzarbeiten geeignet, bei denen ein Festhalten des Arbeitsstückes erforderlich ist, namentlich wenn noch einige Nebentheile hinzugefügt werden. Dazu gehört z. B. der sog. Stehknecht (Servente, Valet de pied, *Support-stock*).

Dies ist eine auf einem Holzkreuz aufrecht stehende Stange mit einem daran verschiebbaren Klotz, der wie bei dem Schraubknecht durch Keile oder Hängen festgestellt werden kann, zur Unterstützung langer Holzstücke, die in der Hinterzange eingespannt sind. Zu der Hobelbank ist endlich noch zu bemerken, dass das Blatt oben an der hinteren Kante eine lange Vertiefung M (Beilade) und unten eine Schieblade S zur Aufnahme des Werkzeugs bekommt. —

Der oben beschriebene Schraubstock, (sowohl der gewöhnliche Flaschen- als der Parallelschraubstock) hat für manche Fälle noch Aenderungen und Verbesserungen erfahren, die hier noch kurz Erwähnung verdienen. — Zunächst eignen sie sich nicht zum Einspannen keilförmiger Arbeitsstücke. Um sie auch hierfür einzurichten, hat man unter Anderem den einen Backen als ein besonderes Stück angefertigt und mit einem runden Zapfen in ein entsprechendes Loch des festen oder beweglichen Theils gesteckt, so dass er sich beim Anziehen der Schraube ohne Weiteres an das keilförmige Arbeitsstück anschmiegt. — Als ein zweites höchst zweckmässiges Mittel ist der in Fig. 38 gezeichnete Apparat noch anzuführen, der ein Ergänzungsstück zu dem in Fig. 33 dargestellten Schraubstock bildet. Derselbe wird auf der Schiebstange des beweglichen Backens D durch eine Klemmschraube befestigt und besteht aus einem festen Theil O, der sich an den Backen D anlegt, und einem beweglichen Theil P, welcher kreisförmig abgerundet ist und mit diesem Zylinderabschnitt an einer zylinderischen Hohlfläche des Stücks O hingleiten kann, so dass es sich ebenfalls an die schräge Fläche des keilförmigen Arbeitsstückes Q anschmiegt, wenn sich das letztere mit der zweiten Fläche an den festen Backen E anlegt. Das Herausfallen des Stückes P aus O wird durch eine Schwalbenschwanznuth verhindert.

Fig. 38.

Um ein Arbeitsstück leicht von beiden Seiten besehen und bearbeiten zu können, wird der Schraubstock nicht allein mitunter um eine vertikale

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1872 S. 92. — Polyt. Centr. 1873 S. 1012.

Achse drehbar, sondern auch um einen horizontalen Bolzen zum Umkippen in der Vertikalebene, eingerichtet. — Ein Beispiel von Horizontaldrehung liefert auch der Schraubstock Fig. 33, indem das Stück B mit einer konischen Vertiefung sich auf einen an A sitzenden Kegelstumpf auflegt. Bei kleinen Schraubstöcken ist eine möglichst vielseitige Bewegung dadurch leicht zu erreichen, dass man die Befestigung des Schraubstocks mit der Zwinge durch ein Kugelgelenk herstellt. Es gibt zwar Schraubstöcke, welche alle genannten Vortheile vereinigen: Parallelschraubstock mit beweglichem Backen zum Schiefstellen und um eine Vertikal- und Horizontalachse drehbar (Universalschraubstock[1]) allein ihre Komplizirtheit macht sie kostspielig und leicht zerstörbar, weshalb sie nur ausnahmsweise z. B. von Graveuren, Siegelstechern etc. benutzt werden. — Um aber andererseits den gewöhnlichen Schraubstock für viele Fälle brauchbar zu machen, bedient man sich einzelner Nebentheile, die in das Schraubstockmaul gelegt werden, entweder um keilförmige, oder runde oder solche Stücke einspannen zu können, deren Oberfläche keine Eindrücke der Maulzähne erhalten dürfen; diese Nebentheile heissen ebenfalls Backen, wenn sie aus Blei oder Holz in der Form eines ⊐| hergestellt sind und auf die Maulflächen geschoben werden, oder Spannbleche (Mordache, *Clamp*, *Vice clamp*), wenn sie aus im Winkel ⊓| gebogenen Blechstücken aus Kupfer, Blei, Messing bestehen und mit einer U förmigen Feder so vereinigt sind, dass sie sich stets an die Maulflächen des Schraubstocks anlehnen (Fig. 39). Mitunter spannt man die Arbeitsstücke mit Hülfe einer Art Feilkloben ohne Schraube ein. Hat derselbe ein schräges Maul (Fig. 40), so eignet er sich dazu, eingespannte Gegenstände durch Abfeilen mit horizontal geführten Feilen mit schrägen Kanten zu versehen (Abreifen; Reifkloben, Mordache à chamfrein, *Chamfer clamp*). Desgleichen ist, namentlich für dünne Gegenstände, das sogenannte Feilholz sehr bequem, welches aus zwei etwa 12 cm. breiten und 1 cm. dicken Holzbrettchen besteht, die an einem Ende so zusammen genagelt sind, dass sie am andern Ende etwas aufklaffen. Mit letzterem Ende liegt es zwischen den Schraubstock-Backen und fasst das Arbeitsstück.

Fig. 39.

Fig. 40.

D. Fügebock, Schnitzelbank.

Zu den Werkzeugen zum Festhalten sind hier endlich noch aufzuführen: der Fügebock und die Schnitzelbank (Chevalet). Der Fügebock besteht aus zwei vertikalen Holzstöcken, welche unten durch einen Fuss und etwa in der halben Höhe durch ein Querstück so verbunden sind, dass die Figur |—| entsteht. Die obere gabelförmige Oeffnung nimmt z. B. Bretter, auf der hohen Kante stehend, zum Abhobeln (Fügen) auf, die durch eingetriebene Keile oder eine Schraube festgeklemmt werden. — Die Schnitzelbank wird gebildet aus einem horizontalen Bock auf dem der Arbeiter gespreitzt sitzt, und aus einem, durch diesen Bock gehenden vertikalen Holzstück, das um einen Bolzen im Bock schwingt und durch einen Druck des Arbeiterfusses gegen das herabhängende Ende mit dem oberen Ende sich dem Arbeiter zuneigt und dadurch das Arbeitsstück in einer Art Maul festklemmt.

---

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1867 S. 212. — Scientific American, 1870 S. 375. 1871 S. 86. — Polyt. Centr. 1870 S. 1162. 1871 S. 1261. 1872 S. 501. — Mechanics Magazine, 1872 S. 261. — Dingler's Journal, Bd. 202 S. 109; Bd. 209 S. 11; Bd. 210. S. 93.

II. Mittel zum Ab- und Nachmessen, Eintheilen, An- und Vorzeichnen.

Es giebt wenig Erzeugnisse des Metall- oder Holzarbeiters, welche von willkührlicher Grösse und Gestalt sind und daher nach dem Augenmass gearbeitet sein dürfen. Bei fast allen Gegenständen vielmehr müssen bestimmte Dimensionen und Formen eingehalten, und diese durch Abmessen, Vorzeichnen und Nachmessen erreicht werden. Wegen der ausserordentlichen Verschiedenheit der Arbeitsobjekte und der mit der Ausführung verbundenen Genauigkeit, ist die Zahl der zu dieser Mess-Arbeit bestimmten Werkzeuge ebenfalls ausserordentlich gross.

A. Masstäbe.[1])

Zum Abmessen und Nachmessen solcher Dimensionen, welche von einer geraden Linie bestimmt werden, ist natürlich ein ebenfalls gerader Stab das am nächsten liegende Mittel. Dieser Stab (Masstab, Échelle, Règle, Mètre, *Scale*, *Rule*) ist an der Oberfläche mit Eintheilungen nach dem landesüblichen Längenmass [Meter, Fuss, Zoll, (Zollstab, Zollstock)] versehen, welche durch entsprechende Zahlen markirt werden, wodurch derselbe einen hohen praktischen Werth bekommt. Um lange Masstäbe transportabel zu machen, werden sie aus einzelnen Gliedern zusammengesetzt, welche durch Scharniere verbunden und zusammenlegbar sind (Gelenkmasstab, Mètre pliant). Sehr lange Masstäbe stellt man aus biegsamem Material her (Band), das sich aufrollen lässt (Messband, Rollmass, Mesure en ruban, *Measuring tape*, *Tape-measure*). Das Material zu den gewöhnlichen Masstäben ist hartes Holz (Buchsbaum), bei vielen auch Eisen oder Stahl. Gelenkmasstäbe aus dünnem Stahlband oder Fischbein haben mit dem Bandmass den Vortheil der grossen Biegsamkeit, wodurch beide geeignet werden, sich zum Zweck des Messens an runde Flächen (Zylinder etc.) anlegen zu lassen. Die auf dem Masstabe vorhandene Theilung gestattet auch sogleich die Eintheilung einer gegebenen Linie.

B. Zirkel, Drahtlehren, Dick- und Hohlmesser.[2])

Fig. 41.

Ist die Entfernung zweier Punkte zu messen, zwischen denen ein Hinderniss für das Auflegen eines graden Stabes vorhanden ist, so muss man durch ein Zwischenmittel die Entfernung abzunehmen und dann mit Hülfe des Masstabes zu bestimmen suchen. Als solches Mittel ist der bekannte Zirkel (Compas, *Compasses*, *Plain-Compasses*) vorzüglich zu gebrauchen, namentlich wenn derselbe für einzelne Fälle modifizirt wird.

Der gewöhnliche Zirkel (Fig. 41) des Metall- und Holzarbeiters ist seiner Bestimmung gemäss sehr kräftig gebaut, d. h. mit starken eisernen oder stählernen Schenkeln aa versehen, die in eine kulpige, gehärtete Stahlspitze b enden. Das Scharnier c (Scharnierzirkel, Compas à charnière, *Compasses*) ist desshalb auch dick und zweckmässig so breit, dass man den Scharnierbolzen aus einem Rohrstück anfertigen kann, um dadurch ein bequemes Mittel zum Aufhängen zu gewinnen. Je nach der vorliegenden Arbeit muss der Zirkel verschiedene Grösse besitzen; und weil der Holzarbeiter in der Regel grosse Stücke in Arbeit hat, so ist sein

1) Karmarsch Katalog. S. 35 Bd. I. — Technol. Encyklop. Bd. IX. Artikel Masstab. 2) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1856. S. 24. — Engineering 1872. S. 67. — Polyt. Centr. 1866 S. 1547. 1872 S. 505.

Zirkel auch der grösste. Diese grossen Zirkel würden aus Eisen zu schwer ausfallen, wesshalb die Schenkel derselben aus Holz angefertigt werden. (Fig. 42). Die Spitzen sind denn aus Stahl und der Scharnierbolzen aus Eisen oder Messing.

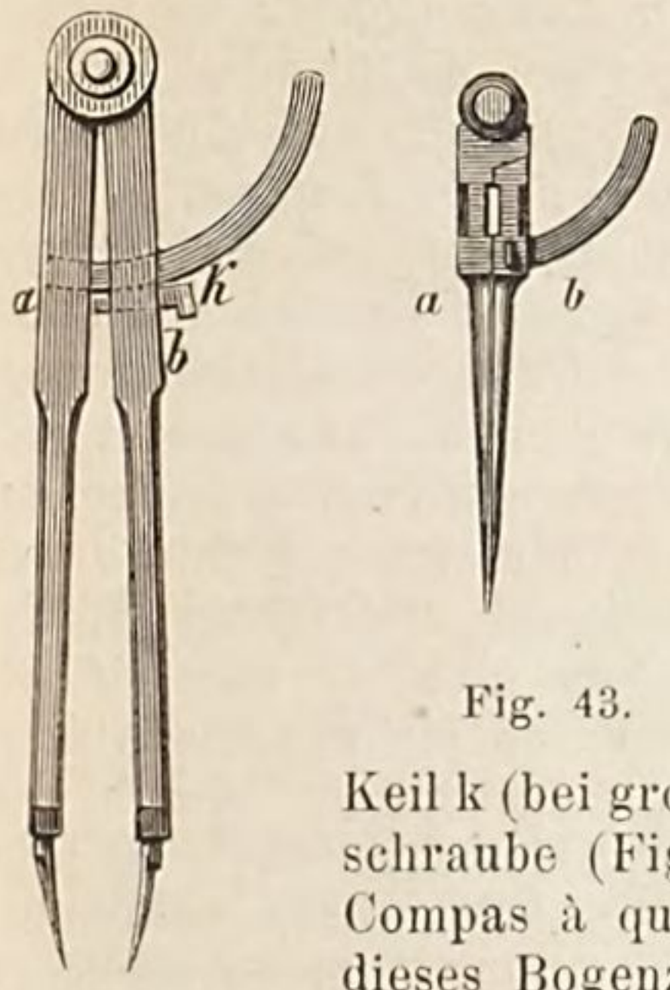


Fig. 42.

Fig. 43.

Um beim Gebrauch des Zirkels eine Aenderung der Zirkelöffnung zu verhindern, wird zwar das Scharnier sehr schwer im Gange gemacht; allein dies Mittel bietet nicht genügende Sicherheit, wenn es darauf ankommt, den Zirkelstand lange Zeit (z. B. zum vielmaligen Auftragen einer Grösse, zum Eintheilen u. s. w.) hindurch sicher zu erhalten. Man bringt sodann eine Klemm- oder Stellvorrichtung an, welche gewöhnlich in einem Bogen Fig. 42 und 43 besteht, der an einem Schenkel a festsitzt und durch den zweiten b hindurch geht, um hier durch einen Keil k (bei grossen Holzzirkeln, Fig. 42) oder durch eine Druckschraube (Fig. 43) festgehalten zu werden (Bogenzirkel, Compas à quart de cercle, *Wing-compasses*). An dem Bogen dieses Bogenzirkels hat man mancherlei Einrichtungen angebracht, um ein schnelles und sicheres Einstellen des Zirkels bewerkstelligen zu können: z. B. ist der Bogen oft an der konvexen Seite gezahnt und dann in dem Schenkel, durch den der Bogen geht, ein kleines Triebrad vorhanden, das durch Drehen und Eingreifen in die Zähne des Bogens eine Bewegung des Schenkels verursacht; — bei einer anderen Einrichtung wird die feine Einstellung der Zirkelspitze vermittelst einer kleinen Schraube (Mikrometerschraube) (Fig. 44) die durch den Schenkel a geht, und einer Flügelmutter m erreicht; eine kleine Feder drückt dann beide Schenkel auseinander. — Auch legt man wohl quer über beide Schenkel (Fig. 45) eine Schraube, welche mit einem Kugelzapfen z an dem einen Schenkel b festsitzt und durch eine Mutter m am zweiten Schenkel geht, so dass durch Drehung der Schraube eine Bewegung des zweiten Schenkels erzeugt wird; — die letzte Vorrichtung wird auch so abgeändert, dass auf dem einen Schenkel das Gewinde der Schraube ein linkes, auf dem andern ein rechtes ist: um beide Schenkel zugleich gegen einander oder von einander zu verstellen.

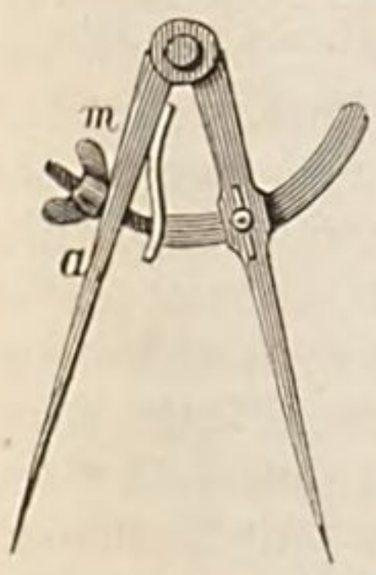


Fig. 44.

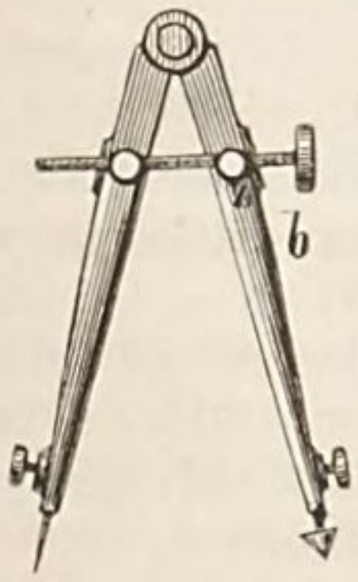


Fig. 45.

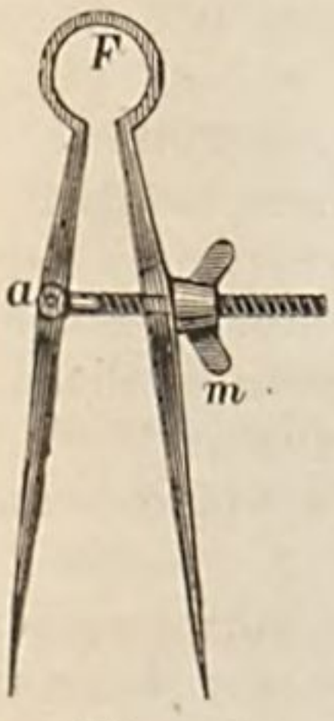


Fig. 46.

In vielen Fällen kann es erwünscht sein, dass der Zirkel sich von selbst öffnet und durch eine besondere Vorrichtung nur geschlossen wird. Man erreicht dies am einfachsten dadurch, dass man beide Schenkel mit einer bogenförmigen Feder F (Fig. 46) verbindet (Federzirkel, Compas à ressort, *Spring divider*) und durch dieselben eine lange krumme Schraube gehen lässt, welche in einem Schenkel a festsitzt und eine Flügelmutter m besitzt, die sich gegen den zweiten Schenkel legt, und je nach der Drehung die Schenkel einander nähert oder sie auseinandergehen lässt. Da krumm gebogene Schrauben stets ver-

werflich sind, (da an der konkaven Seite die Ganghöhe kleiner ist als an der konvexen), so wird auch sehr oft die Schraube grade und um einen Stift am festen Schenkel drehbar gemacht (Fig. 26). Mitunter sind die Spitzen zum Auswechseln eingerichtet. — Die Federzirkel werden nur bei feineren Arbeiten verwendet und sind desshalb kaum grösser als 15 cm.

Wenn ein Scharnierzirkel wegen der grossen Entfernung der zu messenden Punkte weit geöffnet werden muss, so legen sich die Zirkelspitzen unter einem so kleinen Winkel auf die Fläche, dass ein genaues Ablesen der berührenden Punkte nicht mehr möglich ist, selbst wenn, wie üblich, die Zirkelspitzen etwas nach innen gebogen sind; es sei denn, dass der Zirkel selbst sehr lange Schenkel habe. Da aber solche grossen Zirkel höchst unbequem sind, so kehrt man in diesem Falle wieder zum Gebrauch der Stange zurück, indem man auf dieser ein Paar entsprechend lange Zirkelschenkel anbringt, wovon mindestens der eine verschiebbar ist (Stangenzirkel, Compas à verge, *Beam dividers*). Die (Stahl)-Spitzen s dieses Zirkels (Fig. 47 bis 49) sitzen in Hülsen h, h_1 so dass sie sich immer rechtwinklig auf die Fläche aufsetzen und so ein genaues Ablesen gestatten. Die bewegliche Hülfe h_1 ist an jeder Stelle des, gewöhnlich mit Theilung versehenen, Stabes A durch eine Druckschraube festzustellen. Der Stab ist entweder (bei langen Zirkeln) aus Holz (Mahagoni, Birnbaum, Apfelbaum) bei kürzeren aus Eisen oder Messing, und der Leichtigkeit halber oft hohl gemacht. Der Querschnitt muss stets so gewählt werden, dass an der unteren Seite zwei Flächen zu einer Kante zusammenstossen, also dreieckig oder fünfeckig (Fig. 48), weil bei einer untenliegenden Fläche ein genaues Festklemmen der Hülse sehr zweifelhaft wird. Nur bei sehr grossen hölzernen Stangenzirkeln für Mühlenbauer, Böttcher etc., wählt man der Einfachheit halber und weil es auf so grosse Genauigkeit nicht ankommt, viereckige Stangen und befestigt die bewegliche Hülse mit einem Keil (Fig. 50).

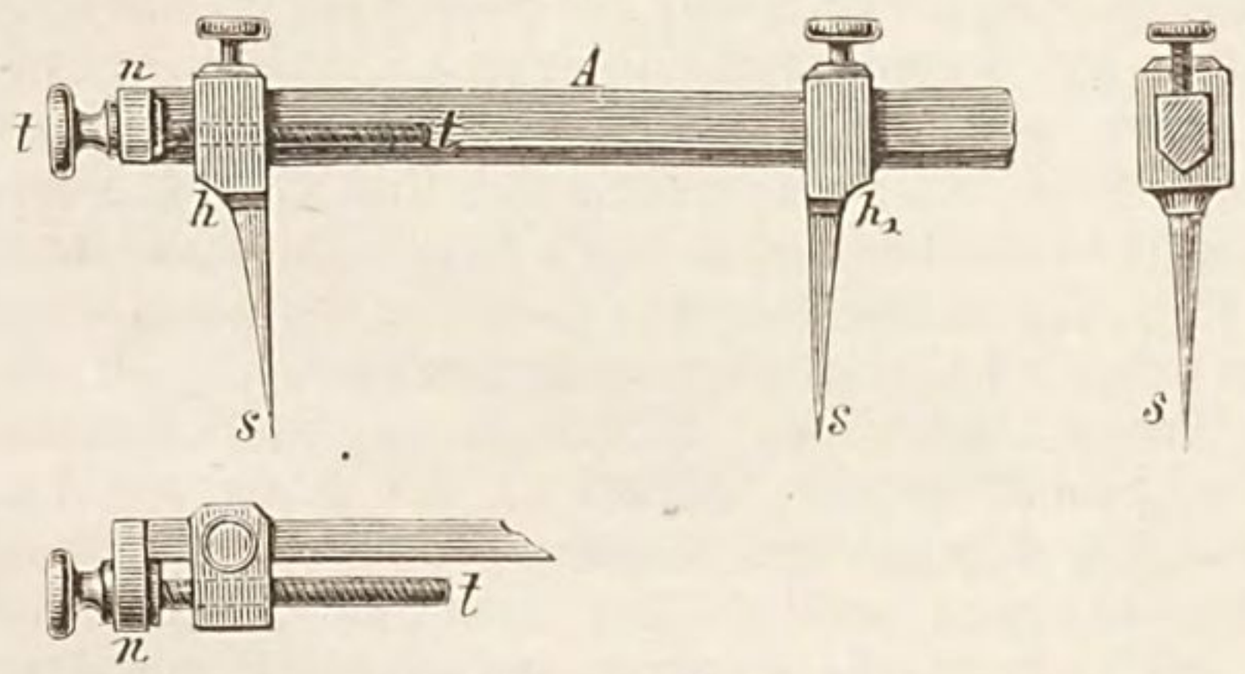


Fig. 47 bis 49.

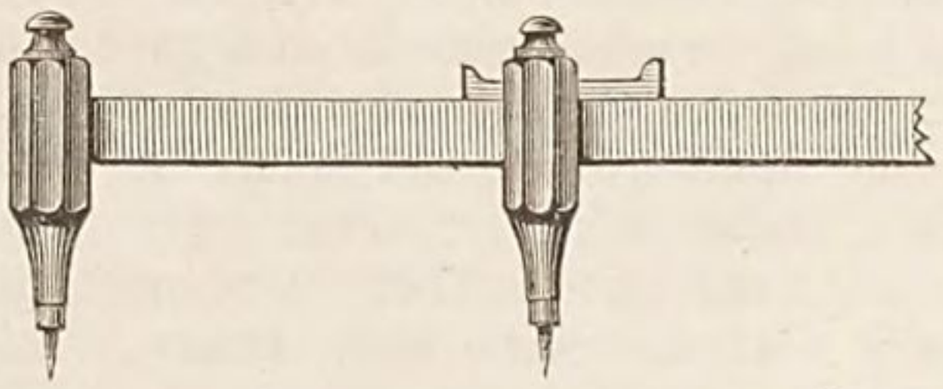


Fig. 50.

Um mit dem Stangenzirkel sehr genaue Messungen ausführen zu können, ist noch eine feinere Einstellung mittelst einer Mikrometerschraube anzubringen, deren Konstruktion aus Fig. 47 und 49 hervorgeht. Die Hülse h mit der Spitze s ist nämlich ebenfalls, aber nur ein kurzes Stück, verschiebbar und zwar durch eine seitwärts durch dieselbe hindurchgehende Schraube t, welche in dem Stück n an der Längenverschiebung verhindert wird. Durch Drehung dieser feinen Schraube wird dann die Spitze s auf das Genaueste eingestellt.

Unter den krummen Linien, deren Länge mitunter bestimmt werden muss, ist der Kreis die am häufigsten vorkommende. Ihre Messung ist jedoch auf die einer geraden Linie (Durchmesser) zurückzuführen.

Dahingegen spielt das Abmessen von Dimensionen an Körpern mit allen möglichen Profilen und der dazu anzuwendende Werkzeugapparat in der Technik eine besonders wichtige Rolle. Entweder sind diese Werkzeuge dazu bestimmt, äussere Körperdimensionen (Dicken) zu messen oder innere Dimensionen (Höhlungen). In beiden Fällen hört der gewöhnliche Masstab und Zirkel bald auf, brauchbar zu sein, weil sich die zu messenden Punkte mit denjenigen des Masstabes oder den Zirkelspitzen entweder gar nicht oder doch nur sehr ungenau erreichen lassen. (Die Dicke des Steges einer in der Bahn liegenden Eisenbahnschiene kann weder mit dem Zollstock noch mit dem Zirkel gemessen werden. Zum Messen eines Zylinderdurchmessers ist es äusserst schwierig, die Zirkelspitzen an die Durchmesserenden zu bringen u. s. w.) Gibt man jedoch den Schenkeln eine krumme (halbkreisförmige) Gestalt (Fig. 51), so kann man mit den Spitzen leicht über Hindernisse hinwegkommen (z. B. über den Kopf der Eisenbahnschienen) oder dieselbe genau um die Grösse einer Dimension öffnen, weil die Spitzen sich unter einem grossen Winkel aufsetzen. Solche Zirkel heissen Dickzirkel, Taster, Tastzirkel oder Greifzirkel (Compas d'épaisseur, *Callipers*, *Calliper-compasses*, *Outside callipers*). Sie bestehen in der einfachsten Form aus zwei Stahlblättern oder Stangen a und b, welche durch ein Niet oder Scharnier am Kopf c drehbar mit einander verbunden sind und schräg zulaufende oder abgerundete Spitzen haben. — Aus Gründen die bereits bei dem gewöhnlichen Zirkel erörtert sind, bekommen auch die Taster oft einen Bogen, Bogen mit Zahnstange, Stellschraube u. s. w. Dessgleichen gibt es Dickzirkel nach Art der Federzirkel (Compas d'épaisseur à ressort, *Spring-callipers*) und Stangenzirkel. — Aber auch diese Taster sind nur anwendbar, wenn die Oeffnung beim Abziehen derselben von dem Arbeitsstück unverändert bleibt, wie dies z. B. der Fall ist beim Messen eines Zylinderdurchmessers. Ist jedoch die Oeffnung beim Abnehmen zu vergrössern (z. B. um den Zirkel über den Kopf einer Eisenbahnschiene wegzuziehen), so geht das Mass (des Steges dieser Schiene) verloren, wenn nicht an dem Zirkel eine Einrichtung angebracht ist, die das Ablesen oder Abnehmen des Masses gestattet, während derselbe noch das Arbeitsstück umfasst. — Eine in diesem Sinne zu gebrauchende Anordnung ist der doppelte Dickzirkel (*Double callipers*, (Fig. 52); denn wenn beide Schenkelpaare gleich lang sind, so ist auch die Oeffnung des einen gleich der des anderen und gibt, da sie mit einem Masstab zu messen ist, die Dicke des zu messenden Theiles an. Der Sicherung wegen ist noch bei diesen Doppel-Dickzirkeln ein Stellbogen angebracht. — Man erreicht denselben Zweck übrigens noch vollständiger, wenn das Messwerkzeug selbst sogleich die Dimensionen in entsprechenden Masseinheiten angiebt. Dies kann auf die einfachste Weise dadurch geschehen, dass man mit dem einen Schenkel einen Gradbogen verbindet, auf dem der andere Schenkel sich verschiebt, und diesen Gradbogen nun entsprechend theilt. Von den unzähligen dahin zielenden Konstruktionen mag hier zum allgemeinen Verständniss die in Fig. 53 gezeichnete genügen. Der Schenkel a hat einen

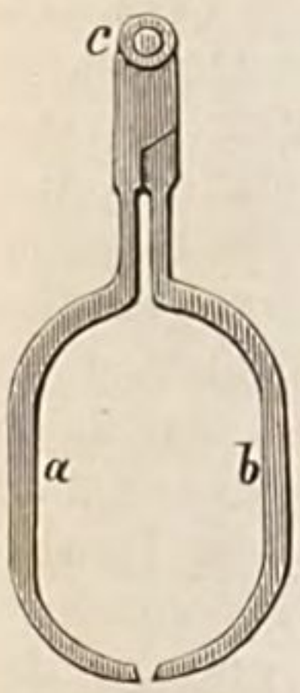


Fig. 51.

Fig. 52.

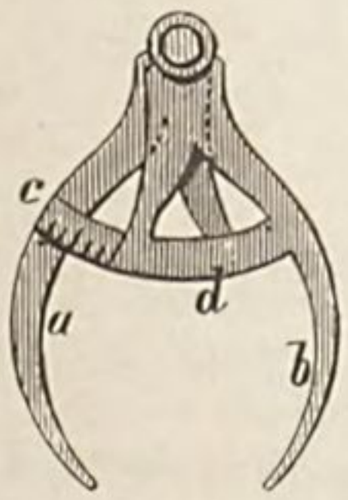


Fig. 53.

Bogen bei c mit einer Theilung und der Schenkel b bewegt sich mit einem Bogen d auf dem Bogen a. Die Kante des Bogens d markirt auf dem Bogen a die Oeffnung der Zirkelspitzen, also das Mass ihrer Entfernung.

Die beschriebenen Taster können jedoch weder für sehr genaue Abmessungen zuverlässig genau genug sein, noch für grosse Abmessungen gebraucht werden, weil sie dann durch ihre Grösse zu unbequem ausfallen würden. Für beide Fälle sind daher andere Werkzeuge, die zum Theil auf dem Prinzip des Dickzirkels beruhen, oder aus Bequemlichkeitsgründen anders konstruirt sind, in Anwendung.

Bei solchen Messungen, die sich der Natur der Sache nach oft wiederholen, z. B. Messen der Drahtdicken, ist das fortwährende Oeffnen und Einstellen des Dickzirkels nicht nur zeitraubend, sondern namentlich bei kleinen Dimensionen leicht mit Irrungen verknüpft. In solchen Fällen ist es daher zweckmässig, eine Reihe Taster mit entsprechenden aber feststehenden Oeffnungen zu haben. Diese Taster bedürfen aber keines Drehbolzens mehr und verwandeln sich deshalb in einfache Ringe (Fig. 54) (Messringe); sie eignen sich vorzüglich zum Messen dünner Drähte, zu welchem Zwecke sie bündelweise, jeder Ring mit einem Schlitz von bestimmter Weite und mit einer Nummer (Drahtnummer) versehen, zusammengehalten werden. — Eine noch grössere Bequemlichkeit gewähren diese Ringe, wenn sie nach Nummern geordnet nebeneinander in eine Fläche gelegt werden, in welchem Falle man sie leichter dadurch herstellen kann, dass man in eine länglich viereckige oder runde Stahlplatte runde Löcher bohrt und diese nach dem Rande zu aufschlitzt. Dieses Werkzeug ist das Drahtmass, die Drahtlehre oder Drahtklinke (Jauge, Calibre, *Wire-gauge*, *Gage*, *Wire-gage*)[1]) Fig. 55 und 56. Da die Schlitze der Messringe und Drahtmasse nur in gewissen Abstufungen hergestellt werden können, so sind alle, zwischen je zwei von ihnen liegenden Dicken abzuschätzen. Um der Ungenauigkeit dieser Abschätzung zu entgehen, reiht man eine unendlich grosse Anzahl Löcher mit unendlich kleinen Differenzen neben einander, indem man zwei Lineale A, B unter einem kleinen Winkel zusammen stossen lässt (Fig. 57). Ein in diesen Keil eingeschobener Draht wird nur bis zu einem bestimmten Punkte a vordringen, so dass an diesem Punkt seine Dicke durch angebrachte Zahlen (Nummern) angezeigt wird. Diese Zahlen finden sich leicht aus dem Verhältniss der Seiten des durch die Oeffnung repräsentirten Dreiecks Fig. 58, indem $ad = ab \frac{de}{bc}$. Theilt man nun ab in eben so viel Theile als bc Längeneinheiten enthält, und diese Theile wieder in z. B. n Theile, so ist der n^{te} Theil der Masseinheit abzulesen. Ist z. B. bc = 10 mm und ab = 10 . 10 mm, so geben 10 mm auf ab die Dicken-

Fig. 54.

Fig. 55.

Fig. 56.

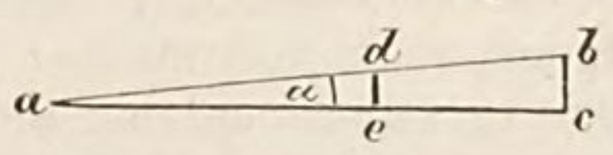


Fig. 57 u. 58.

1) Engineering. 1869 S. 401. — Polyt. Centr. 1870 S. 249. 1873 S. 897. 1873 S. 1495. — Deutsch. Ind.-Zeit. 1870 S. 1872 S. 475. 1873 S. 253. — Ztsch. Deutsch. Ing. 1873 S. 164. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1861 S. 315

differenz von 1 mm an, also ist $^1/_{10}$ mm an der Theilung abzulesen. Streng genommen misst man allerdings auf diese Weise nicht den Durchmesser, sondern eine Sehne des Kreises und erhält aus der Messung erst den richtigen Werth, wenn man die gemessene Zahl durch cos. α dividirt, wenn α der von den Linealen eingeschlossene Winkel ist. Dieser ist aber sehr klein, nämlich höchstens 3°. demnach der Kosinus auch höchstens 0,99986, woraus zu ersehen, dass die Abweichungen höchst gering und leicht dadurch ganz zu umgehen sind, dass man die Skale selbst, d. h. die Linien a b z. B. statt in 100 nur in 99,86 Theile theilt.

Sollen Dickenmessungen mit grösserer Genauigkeit vorgenommen werden, so genügen direkte Ablesungen nicht, sondern man bedarf der Multiplikation, um kleine Unterschiede bemerkbar zu machen. Entweder macht man dann von einer Art Zange Anwendung, welche ein kurzes Maul zur Aufnahme des Drahts, Blechs u. s. w. besitzt und sehr lange Schenkel, von denen der eine auf einem Gradbogen des anderen spielt und die Maulöffnung um das Verhältniss der Hebellängen vergrössert angiebt, z. B. um das 50 bis 100fache. — Oder man benutzt ein Prinzip der Schraube, welches darin liegt, dass eine Schraube bei einer Umdrehung sich in der Achsenrichtung um die Ganghöhe verschiebt, und dass man dabei auf einer an der Schraube angebrachten Scheibe leicht kleine Theile der Umdrehung, also der Ganghöhe ablesen kann (Calibre à vis, *Srew-gauge*). Ist z. B. die Ganghöhe h = $^1/_2$ mm und der Scheiben-Umfang in 100 Theile getheilt, so entspricht jeder Theil einer $^1/_{100}$ Drehung, also $^1/_{200}$ mm. Verschiebung. Ein auf diesem Prinzip beruhendes, sehr zweckmässiges Messwerkzeug ist in Fig. 59 dargestellt. Die möglichst genau angefertigte Schraube a mit 0,5 mm Ganghöhe sitzt in einer Kapsel b fest und dreht und verschiebt sich mit dieser in einer Mutter des Bügels B. Der untere Rand dieser Kapsel ist in 20 Theile getheilt und bewegt sich an einer auf B befestigten Röhre c, welche eine Theilung von ebenfalls $^1/_2$ mm zum Ablesen ganzer Drehungen besitzt, während die Theile an der Kapsel nach einem Strich auf c markirt werden. Man kann also hiermit $^1/_{40}$ mm ablesen und wohl $^1/_{80}$ mm Dicke durch Schätzung bestimmen. — Die Vorrichtungen an diesem Messwerkzeug, um durch Vermeidung jeden Druckes auf den zu messenden Körper die Genauigkeit aufs Aeusserste zu bringen, haben wohl nur besonderen Werth.

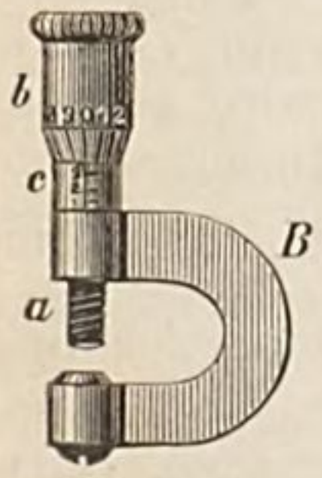


Fig. 59.

Zum Bestimmen des Durchmessers grosser zylindrischer und konischer Arbeitsstücke (Dampf-Pump-Gebläse-Zylinder, Kanonen, Glocken, Wellen, Riemscheiben u. s. w.) sucht man gewöhnlich erst den Umfang, um daraus den Durchmesser durch Rechnung zu finden, und benutst dazu unter Anderem das Messband, wenn keine hervorragende Theile diese Benutzung verhindern. Im letzteren (am häufigsten vorkommenden) Falle dahingegen bedient man sich solcher Werkzeuge, die zur Bestimmung der Peripherie nur einen Theil derselben zu umfassen brauchen und demnach auf dem geometrischen Satze beruhen: «Eine Kreislinie wird durch drei Punkte festgelegt, wenn diese nicht in einer Geraden liegen.» Die zur Auffindung dieser drei Punkte bestimmten Werkzeuge können nun entweder so konstruirt sein, dass sich für jeden Kreisdurchmesser alle drei Punkte verlegen, d. h. dass sich sowohl die Sehne als die Pfeilhöhe verändert, oder dass sich zwei Punkte verlegen, wobei die Pfeilhöhe konstant und die Sehne veränderlich, oder dass sich ein Punkt verschiebt, so dass die Sehne konstant und die Pfeilhöhe veränderlich ist.

Zur ersten Gattung gehören die für diesen Fall konstruirten Dickzirkel mit einer Theilung am Kopf Fig. 60. Die drei Berührungspunkte liegen in a am Kopf und in b und c an den Schenkelspitzen. Die Scheibe F ist nun am Schenkel b die innere Scheibe d am Schenkel c befestigt, so dass diese beiden Scheiben durch ihre verschiedene Stellung gegen einander die Oeffnung b c und daraus den Durchmesser des Kreises b a c angeben, wonach sich die Theilung auf F leicht erklärt. — Für grosse Kreise wird aber die Theilung sehr klein und daher die Zuverlässigkeit des Werkzeuges gering.

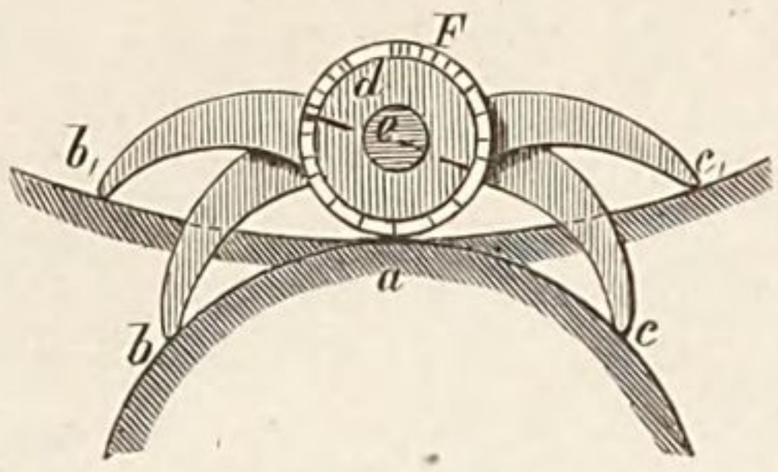


Fig. 60.

Der Stangendickzirkel repräsentirt die zweite Gattung, wie aus Fig. 61 zu erkennen ist. Die für diesen Zweck grade und stark gemachten Schenkel a und b legen sich an den Kreis an. Die Stange c schiebt sich in die hohle Stange h, (welche als Zollstock gebraucht werden kann) je nach dem Durchmesser des Kreises mehr oder weniger ein, so dass an der Kante bei b der Durchmesser direkt abgelesen wird, wenn c entsprechend getheilt ist.

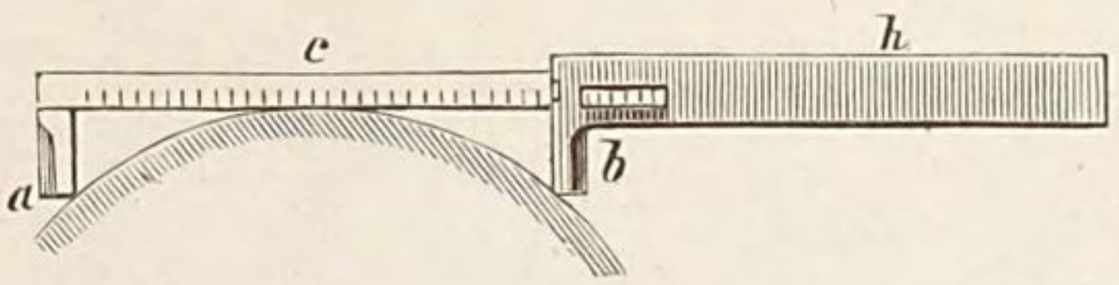


Fig. 61.

Ein Werkzeug der dritten Gattung [1]) angehörend entsteht dadurch, dass man dem Dickzirkel Fig. 60 eine konstante Oeffnung b c giebt Fig. 62 und dann dessen am Kopfe liegenden Punkt a durch einen Schieber a d auf und nieder stellbar macht und auf diesem dann zugleich die Theilung anbringt. Der aus dem Dickzirkel hervorgegangene Bügel wird mitunter ⊔ förmig angeordnet und statt des Schiebers a d eine Schraube angebracht um die Pfeilhöhen-Differenzen in ähnlicher Weise, wie oben durch Fig. 59 näher erklärt wurde, zu bestimmen.

Zm Abnehmen von Dimensionen einer Höhlung ist der gewöhnliche Zirkel aus denselben Gründen ebenso ungeschickt als zum Messen von äusseren Dimensionen. Durch Umbiegen der Spitzen nach Aussen Fig. 63 oder durch nach auswärts gebogene Schenkel b c Fig. 64 wird er zwar schon für den erwähnten Zweck brauchbar (Hohlzirkel, Compasàjauge, *Inside callipers*) allein nicht allgemein genug, weil hier bei der Erweiterung der Höhlung derselbe Uebelstand vorhanden ist, als beim Taster, welcher über dicke Stelle hinweggezogen werden muss. Darum ist denn in solchen Fällen auch ein Gradbogen,

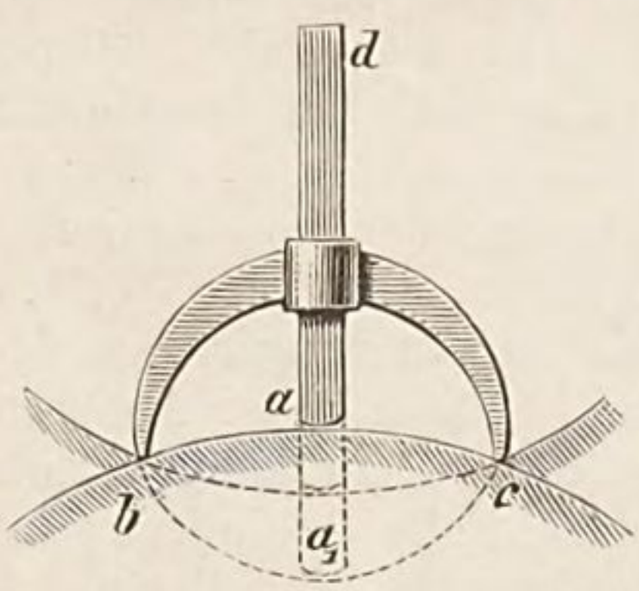


Fig. 62.

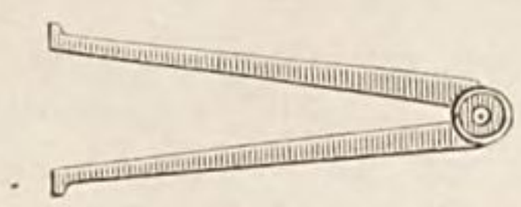


Fig. 63.

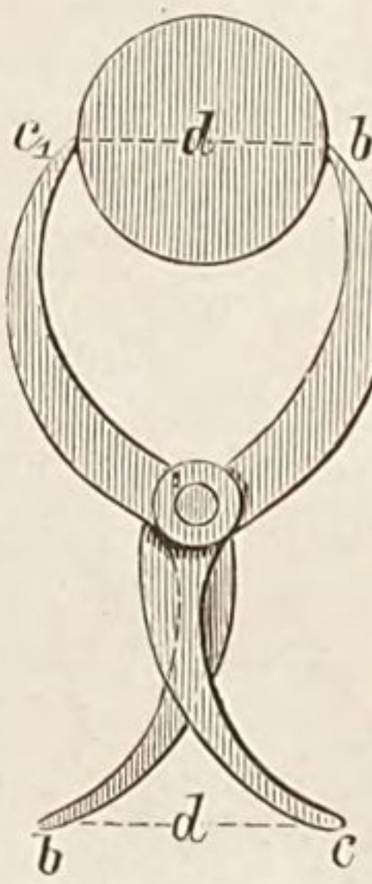


Fig. 64.

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1856 S. 321. 1864 S. 137. — Polyt. Centr. 1864 S. 1207.

eine getheilte Kopfscheibe und dergleichen vorhanden, d. h. eine Vorrichtung, mittelst welcher man den Zirkel nach dem Ausziehen aus der Oeffnung leicht wieder auf denselben Stand bringen kann. Oder man konstruirt den Zirkel ebenfalls doppelt, so dass man an den ausserhalb der Oeffnung liegenden Schenkeln die Oeffnung der anderen messen kann. Da in letzterem Falle die Gestalt der Schenkel gleichgültig ist, wenn nur die Oeffnung des einen Paares stets gleich der des anderen Paares bleibt, so kann man das eine Paar als Dickzirkel ausbilden, wodurch der Dick- und Hohlzirkel, (Inside and outside callipers) Fig. 65 entsteht. Der in Fig. 64 gezeichnete Hohlzirkel wird ebenfalls ohne Weiteres in einen Dickzirkel verwandelt, wenn man die, zu dem Zwecke nur aufeinander gelegten, Schenkel in die Lage $b_1 c_1$ herumdreht. Versieht man einen Dickzirkel dieser Art mit einem Gradbogen a b c, Fig. 66, der sowohl von b nach c als von b nach a getheilt wird, und zwar der Bogen b c für den Dickzirkel, der Bogen b a für den Hohlzirkel, so erhält man einen Dick- und Hohlzirkel, der für alle gewöhnlichen Fälle als die beste Konstruktion hingestellt werden kann.

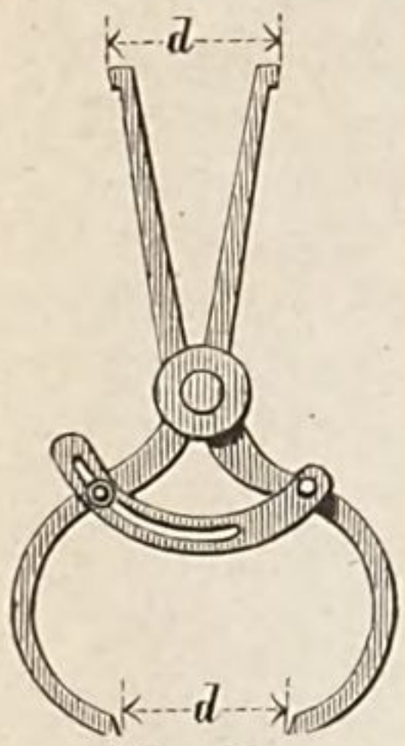


Fig. 65.

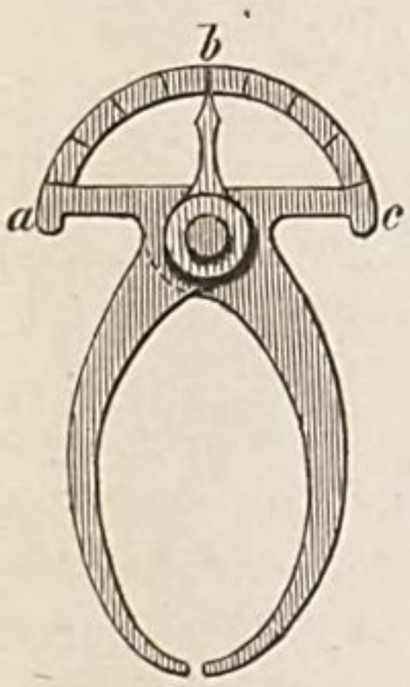


Fig. 66.

Die in Fig. 60 und 62 dargestellten Werkzeuge zum Messen äusserer Dimensionen sind ebenfalls in Hohlzirkel zum Messen grosser Zylinderweiten zu verwandeln. Man hat ja nur nöthig, die Schenkel des Werkzeugs Fig. 60 übereinander weg in die Lage $b_1 c_1$ zu drehen, und den Schieber a d, Fig. 62, über die Sehne b c hinweg zu schieben in die Lage a_1, um diese Umwandlung zu vollziehen.

Wenn man einen schlanken Kegel oder nur ein schlank keilförmiges Blech in eine Oeffnung hineinschiebt, so kann man dadurch ebenfalls deren Durchmesser bestimmen und bequem an einem um den Kegel laufenden Kreis oder durch Querstriche auf dem Blech ablesen: dieses Werkzeug, welches namentlich in den Gewehrfabriken zur Vergleichung der Kaliber dient (Kalibermass), beruht demnach auf demselben Prinzip wie die Drahtlehre Fig. 57 S. 62.

C. Lehren, Fühlhebel.

Es giebt in der Verarbeitung der Metalle und des Holzes eine Menge von Fällen, in welchen an dem Arbeitsstück eine grössere Anzahl von Messungen vorgenommen werden muss, und in denen es daher sehr zeitsparend und vortheilhaft ist, alle Messungen oder einen grossen Theil derselben auf ein Mal vornehmen zu können. So würde es z. B. fast unmöglich sein, eine Kugel auf der Drehbank zu drehen, wenn die Nachmessung mit einem Dickzirkel geschehen sollte, während ein Nachmessen mit einem, nach einem grössten Kreise ausgeschnittenen, Blechstück die Anfertigung wesentlich erleichtert, ja überhaupt ermöglicht. Beim Abdrehen von Rotationskörpern insbesondere, namentlich wenn die Erzeugende eine krumme Linie ist, wie z. B. bei manchen Säulen, bedient man sich ebenfalls zur Prüfung solcher nach derselben Erzeugenden ausgeschnittener Bleche. Diese Bleche und die überhaupt zu demselben Zweck dienenden Werkzeuge, welche also mit Einschnitten, Löchern, Erhöhungen oder Vertiefungen zum Abnehmen von Dimensionen und Formen bestimmt sind,

heissen allgemein Lehren (Calibre, *Gauge*, *Gage*, *Template*, *Templet*). Sie bekommen für manche Verwendung Spezialnamen: Schlüssellehre, Kugellehre; auch gehört hierher die Fensterkluppe des Schlossers für das Abfeilen der Fensterbeschläge u. s. w. — Den Werkzeugen zum Messen von Draht- und Blechdicken (Stahlplatten mit rechteckigen Einschnitten am Rande von bestimmter Breite und mit Nummern bezeichnet) hat man ebenfalls den Namen Lehren (Drahtlehren, Blechlehren S. 58) gegeben.

Auch werden hierzu gezählt die Schieblehren oder Schublehren (Calibre coulant, *Slide gauge*),[1]) die wesentlich so eingerichtet sind wie der Stangenzirkel (Fig. 47) oder wie der Dickenmesser (Fig. 61) und demnach mit verschiedenen Oeffnungen zum Messen beliebiger Dicken dienen können, weshalb sie dem Schmied, dem Walzmeister, dem Mechaniker u. s. w. sehr nützliche Messwerkzeuge sind, namentlich wenn die Stange mit entsprechender Theilung versehen ist. Oft findet man eine Schublehre mit der Blech- oder Drahtlehre verbunden. Andererseits mit Vorrichtungen zum feinen Messen ausgestattet und daher mit Mikrometerschraube und Nonius (*Vernier caliper*) versehen. Eine solche Schublehre ist in Fig. 67 dargestellt. Die mit Theilung versehene Stange A B besitzt bei A den festen Schenkel c. Der bewegliche Schenkel besteht aus den zwei Theilen a und b, welche durch die Mikrometerschraube y verbunden sind. Die Scheibenmutter m dieser Schraube liegt in b so, dass durch Drehung von m das Stück a von b ab, oder nach b zu bewegt wird (wobei b auf A B festgeklemmt aber a lose sitzen muss). Ein Nonius bei n lässt feinere Ablesungen zu. Um hiermit auch Höhlungen, Bohrlochweiten, Achslöcher etc. messen zu können, hat man den beiden Schenkeln noch kleine dreieckig prismatische Verlängerungen gegeben. — Endlich mag noch eine kleine Schublehre hier angeführt werden, die zum Messen von Blechstärken gebraucht wird an bereits vernietetem oder verschraubtem Blech. Dieselbe besteht, Fig. 68, aus einer kleinen mit Masslinien versehenen Stange a, die mit der Spitze auf die eine Blechplatte gestellt wird, und aus einem kleinen Schieber b, der auf die zweite Blechplatte geschoben wird: der Raum zwischen der Spitze von a und der Unterkante von b ist die Blechstärke der Platte y.

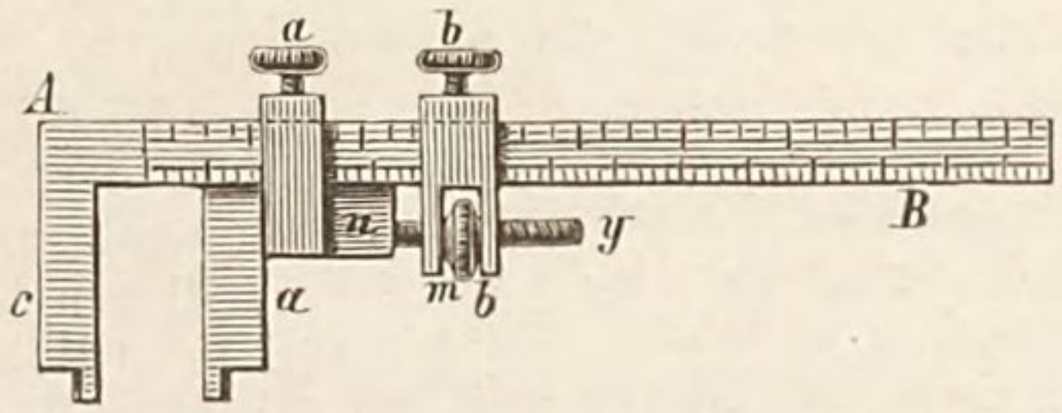


Fig. 67.

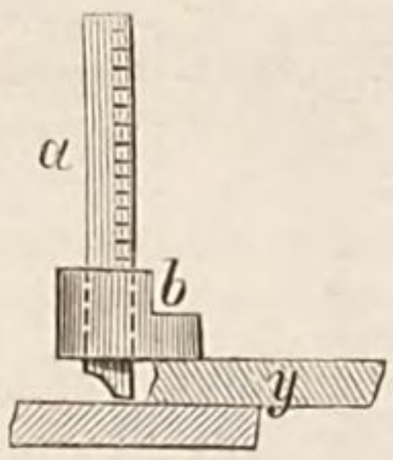


Fig. 68.

Um an einem Zylinder, einem Kegel etc. zu untersuchen, ob die Querschnitte auch wirklich Kreise sind, oder wie weit und wo sie von dem Kreise abweichen, bedient man sich, wenn es sich um genaues Abmessen z. B. der Achsen, Zapfen, Scheiben etc. mathematischer Instrumente handelt, nicht mehr des Tasters, weil hiermit kleine Fehler nicht entdeckt werden können, sondern einer Einrichtung, dessen Prinzip darauf beruht, dass bei einem absolut richtigen Zylinder alle Punkte der Oberfläche in gleichem Abstand von der mathematischen Achse liegen; und dass deshalb ein an die Zylinderoberfläche angedrückter Punkt seine Lage unverändert beibehalten muss, wenn die Zylinderoberfläche an demselben vorüber-

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1840. S. 244, 1855. S. 231, 1856. S. 199.

geführt wird. Da der, gewissermassen fühlende, Punkt mit einer Vorrichtung versehen sein muss, welche seine etwaige Bewegung in sehr vergrössertem Masstabe wiedergiebt und diese entweder in einem Hebel oder in einer sehr empfindlichen Libelle besteht, so heissen diese Messwerkzeuge Fühlhebel oder Fühlhebelniveau.[1])

Ein Fühlhebel besteht aus einem kurzen etwa 3 bis 5 mm langen Hebel aus Stahl, der an dem einen Ende hoch polirt ist und an dem anderen mit einer nach aufwärts gerichteten Verlängerung, die das 50- bis 100fache des kleinen Hebels beträgt, versehen ist und auf einem Drehzapfen ruht, der in einem Gestell liegt, das verschoben werden kann. Dreht man nun den Zylinder oder Kegel langsam um seine Achse (was am zweckmässigsten auf der Drehbank geschieht) und schiebt den kurzen Hebel des Fühlhebels dagegen bis zur Berührung, so wird das lange Hebelende jedesmal da einen Ausschlag geben, wo der Körperquerschnitt von dem Kreise abweicht. Wenn man das Instrument gleichzeitig parallel oder unter einem Winkel gegen die Achse des Arbeitsstücks verschiebt, so prüft man dadurch auch die Zylindrizität oder Konizität desselben.

Das Fühlhebel-Niveau besteht dem Wesen nach aus einer empfindlichen Röhrenlibelle, welche, um die Querachsen leicht drehbar, zwischen Spitzen aufgehängt ist. An dem einen Ende der Libelle geht ein Messingstreifen nach abwärts, der unten rechtwinklig abgebogen ⊓ und mit einem Stahlstift versehen ist. An dem anderen Ende bekommt die Libelle eine Schraube, auf der sich eine Mutterscheibe bewegt, um an dieser Seite ein kleines Uebergewicht zu erzeugen. Der eben erwähnte Stahlstift wird nun gegen das Arbeitsstück geschoben und durch das kleine Uebergewicht gegen dasselbe gedrückt, so dass jede Exzentrizität von der Blase in dem Libellenrohr angezeigt wird. Eine Verschiebung längs des Arbeitsstücks bezweckt sodann die Prüfung, ob die Erzeugende eine grade Linie ist.

D. Winkelmesser; Setzwage, Senkblei.

Eine sehr oft von Metall- und Holzarbeitern vorzunehmende Arbeit ist die des Ab- und Nachmessens von Winkeln und zwar sowohl von Winkeln an Arbeitsstücken selbst als auch von solchen, unter denen diese gegeneinander oder gegen andere Objekte (Fundamente, Betten etc.) geneigt sein sollen oder müssen (wie z. B. beim Montiren und Zusammensetzen einzelner Maschinentheile u. s. w. der Fall ist).

Da die Winkel von 90° und 45° die am häufigsten angewendeten sind und die anderen dazwischen liegenden fast nur ausnahmsweise vorkommen, so erklärt es sich, weshalb man zum Messen der ersteren, Masse mit festen und der letzteren solche mit veränderlichen Winkeln benutzt.

Die Werkzeuge der ersten Gattung (Winkelmass, Winkel, Winkelhaken, [Equerre, *Square*]) werden aus zwei grade abgerichteten Linealen (Schenkeln) aus Stahl, Eisen oder Holz gebildet, die unter 90° zusammengefügt werden und daher sowohl Aussen- als Innen- (einspringende) Winkel abmessen. Sie kommen in den verschiedensten Grössen vor; namentlich bei Holzarbeitern (Zimmerleuten, Schiffsbauern etc.) macht man den einen Schenkel oft bis 1 m lang. Beim Ablesen solcher Winkel, wovon der eine Schenkel mit einer Kante am Arbeitsstück zusammenfällt, wird das Anlegen des Winkelmasses wesentlich erleichtert und gesichert, wenn der eine seiner Schenkel dicker als der andere oder mit einer schmalen Kante (Anschlag, Tige) versehen ist. Solche Winkel heissen Anschlagwinkel.

---

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1856. S. 24.

Die hölzernen Winkel der Tischler, Zimmerleute etc. sind fast immer als Anschlagwinkel konstruirt, deren kurzer, dicker Schenkel auch Kopf und deren dünner Schenkel die Zunge (Blatt, Lame, *Blade*) genannt wird; die Zunge wird am zweckmässigsten aus dünnem Stahlblech gemacht und mitunter die innere Kante des Kopfes ebenfalls mit Blech belegt, um der Abnutzung länger zu widerstehen.

Wird der Anschlag des Winkelmasses über das Blatt hinaus verlängert, so entsteht das doppelte Winkelmass, welches Werkzeug einer Reissschiene gleicht. Wenn dann dies Blatt so angeordnet wird, dass es rechtwinklig zu dem Anschlag verstellbar ist, so bietet es ein bequemes Werkzeug zum Messen von Tiefen (Tiefmass, Ausdrehwinkel, Lochwinkel, Schubwinkel, *Sliding square, turning square*); namentlich wenn es zugleich eine Masseintheilung besitzt. Auch misst man mit diesem Winkel leicht nach, ob die Vertiefung rechtwinklig zur Oberfläche steht. In Fig. 69 ist ein solcher Schubwinkel gezeichnet: a ist der Anschlag, b ist das Stahlblatt, das sich in a verschiebt und durch eine kleine eingelegte Blattfeder festgehalten wird.

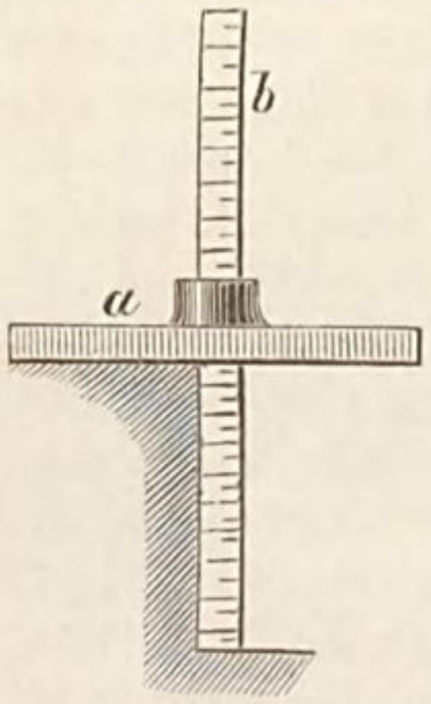


Fig. 69.

Der Winkel von 45°, welcher besonders bei rechteckigen Holzverbindungen vorkommt, heisst die Gehrung oder der Gehrungswinkel (Verbindung auf Gehrung) und deshalb das Winkelmass, bei dem die Schenkel unter 45° gegeneinander stossen, das Gehrmass (Équerre-onglet, *Mitre square*) oder der Gehrwinkel: nur durch diesen Winkel unterscheidet sich dasselbe von dem gewöhnlichen Winkelmass.

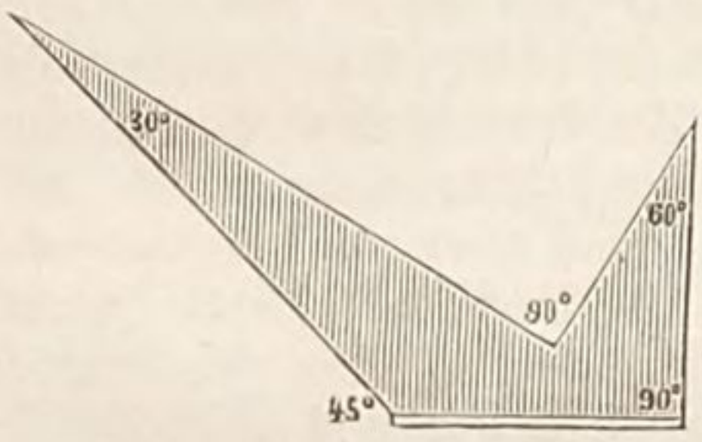


Fig. 70.

Bei Tischlern findet man auch wohl: Sechskante und Achtkante, das sind Winkelmasse mit Winkeln, nach denen die Hölzer zugeschnitten werden müssen, um an einander gelegt ein Sechseck oder Achteck zu bilden, nämlich bei einem Sechseck 60°, bei einem Achteck $67^1/_2{}^0$. Diese Winkelmasse werden in der Regel einfach dadurch hergestellt, dass man auf ein Lineal ein Querstück schräg nach den vorliegenden Winkeln aufleimt.

Vielfach hat man Winkelmasse konstruirt, mit denen man Innen- und Aussenwinkel, sowohl von 90° als 45° leicht nachmessen kann. Ein derartiges Werkzeug (Universalwinkel) ist in Fig. 70 dargestellt, wo zugleich noch Winkel von 30° und 60° angebracht sind. Ein anderes zeigt Fig. 71; man sieht leicht in a b den Anschlag und in d e den Schenkel eines Doppelwinkelmasses zum Messen vorspringender rechter Winkel, bei c einen Winkel für einspringende rechte, bei d b c für einspringende Winkel von 45°. Zugleich halbirt der Schenkel d e den rechten Winkel bei c. Zu diesem Werkzeug ist noch zu bemerken, dass die Theile a c, c d e und c b in einer Ebene liegen,

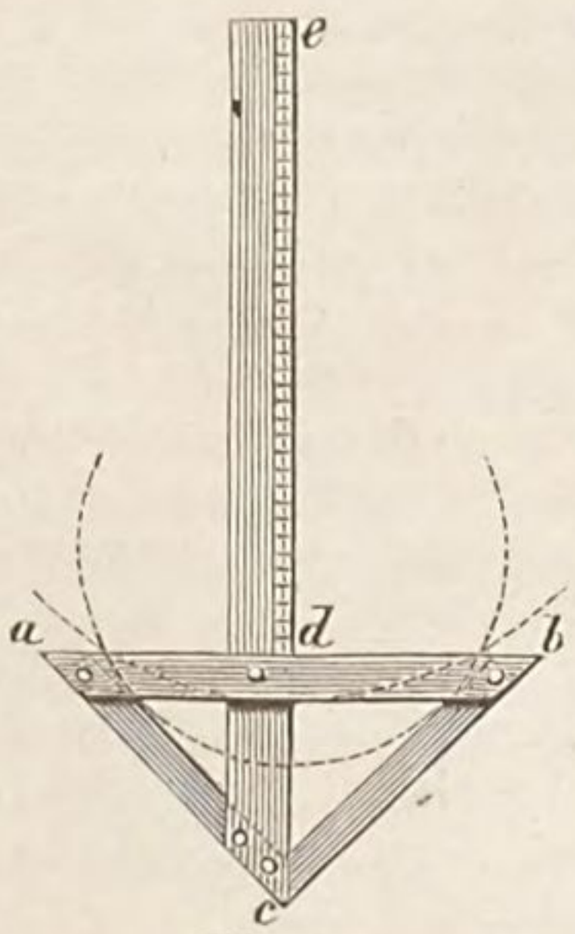


Fig. 71.

während a b über c d e liegend, das Dreieck a b c vollendet und dem Schenkel e c einen Halt giebt; dadurch wird auch der Innenwinkel bei c zum Messen von vorspringenden rechten Winkeln geeignet, weil die Theile a c und b c dicker sind als das Lineal c d e.

In einzelnen Fällen kann es höchst nützlich sein, an einem kleinen Werkzeuge verschiedene Winkel für bestimmte Zwecke zu haben, z. B. zum Anschleifen der Schneidwinkel an Werkzeugen, namentlich an Schraubenschneidstählen, zum Nachmessen von Schraubenwinkeln, von Winkeln an Kegelspitzen etc. Ein solches Werkzeug stellt man sich leicht aus einem Stückchen Stahlblech her, indem man in den Rand entsprechende Winkeleinschnitte macht. Das in Fig. 72 dargestellte Beispiel wird dieses Mittel zum Nachmessen ohne Weiteres erläutern.

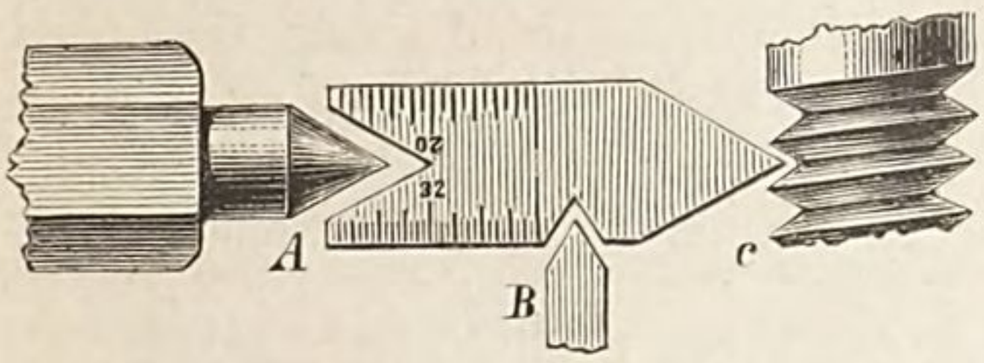


Fig. 72.

Wenn man die zwei Schenkel eines Winkelmasses an ihrem Vereinigungspunkte drehbar anordnet, so erhält man einen Winkelmesser, der zur Bestimmung aller Winkel geeignet ist und Schrägmass (Schmiege oder Schrägwinkel, Stellwinkel, Fausse équerre, Sauterelle, *Bevil, Angle-bevel*) genannt wird. In der Regel wird dabei die Anordnung getroffen, dass das aus dünnem Stahlblech angefertigte Blatt sich wie ein Taschenmesser in den viel dickeren Kopf einlegt, wodurch der letztere zugleich zum Anschlag wird. Konstruirt man die Schmiege nach Art des doppelten Winkelmasses oder wie eine Reissschiene mit einem beweglichen Kopf und verlängert das Blatt über den Kopf hinaus nach Art eines Zeigers, der auf einem mit dem Anschlag verbundenen Gradbogen spielt, so wird das Instrument zu einem Universalwinkelmesser, wie er in Fig. 73 vor Augen geführt wird. Beim Gebrauch desselben wird der Anschlag A A gegen die Kante des Arbeitsstückes gelegt und das Blatt B so lange gedreht, bis der Winkel getroffen ist und dann durch die Klemmschraube am Drehbolzen festgestellt. Der Zeiger lässt die Grösse des Winkels in Graden auf dem Gradbogen C erkennen. — Um mit diesem Werkzeug ganz feine Messungen machen zu können, ist wohl der Zeiger mit einem Nonius und einer Mikrometerschraube zur genauen Einstellung versehen. — Mitunter ist auch das Blatt B in der Längenrichtung wie bei dem Tiefenmass Fig. 69 verschiebbar, wodurch die Möglichkeit entsteht, auch Tiefen zu messen, die schief gegen die Oberfläche geneigt sind.

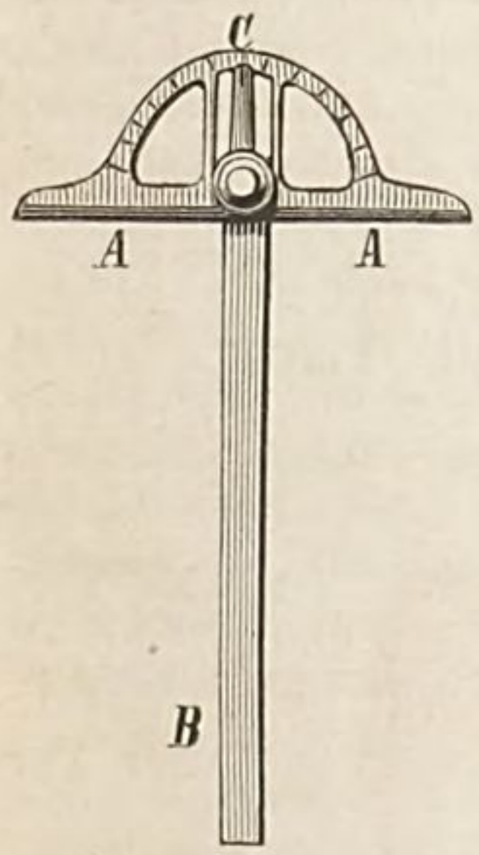


Fig. 73.

Beim Auf- und Zusammenstellen von Maschinen und Bauwerktheilen (Treppen, Dachstühlen etc.) ist zunächst erforderlich, eine Arbeitsbasis zu gewinnen, durch Festlegung einer horizontalen Linie (Wage), zu welchem Zwecke die allgemein bekannte Setzwage mit dem Senkblei (Loth, Senkloth, Bleiloth) noch häufig verwendet wird. Statt dieses einfachsten Werkzeuges ist aber zweckmässiger eine Wasserwage (Libelle) zu nehmen, weil man mit dieser genauer abwägen kann. Von dieser horizontalen Linie oder Fläche aus werden nun alle Winkel genommen, welche bei der Aufstellung wichtig sind. Vor allem ist wieder der Winkel von 90° der

häufigste, und dann der von 45°. Der erste wird durch die vertikale Schnur des Senkbleies, der zweite durch ein Winkelmass von 45° leicht gefunden. Wenn es sich jedoch um genauere Feststellung handelt, so wird wiederum die Wasserwage dienstbar gemacht. Von der grossen Anzahl Konstruktionen, welche man zu diesem Zwecke mit der Wasserwage vorgenommen hat, können hier nur die zwei gebräuchlichsten Platz finden. [1])

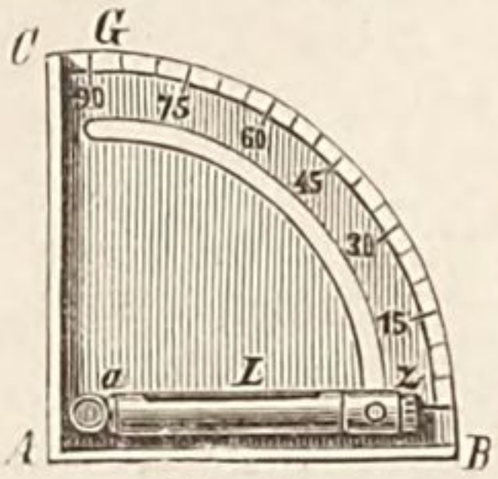


Fig. 74.

Bei der einen Konstruktion Fig. 74 ist die Libelle L in einen Quadranten Q gelegt, der genau rechtwinklich zusammenstossende Seiten und einen Gradbogen bei G hat, auf dem der Zeiger Z mit Nonius spielt, welcher an der um das andere Ende a drehbaren Libelle festsitzt. Ferner tritt von der Rückseite des Quadranten durch den Schlitz eine Schraube, die eine Mutter in dem Libellengehäuse hat und an der Rückseite einen Knopf, so dass damit die Libelle in jeder Lage festgeklemmt werden kann. Legt man daher eine Kante A B oder A C des Instrumentes an eine Kante des Arbeitsstückes und verschiebt die Libelle so lange, bis die Blase deren horizontale Lage anzeigt, so gibt der Zeiger Z die Neigung dieser Kante in Graden an.

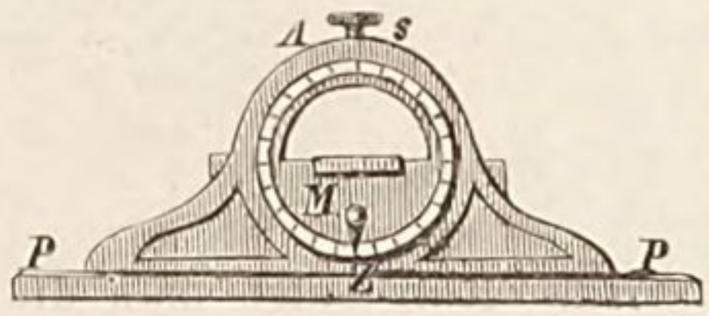


Fig. 75.

Die andere Konstruktion ist in Fig. 75 gezeichnet. Eine genau eben abgerichtete schmale Eisenplatte P trägt auf der Mitte einen mit einer kreisrunden Oeffnung versehenen Aufsatz A. Die Oeffnung ist am Rande in 360° getheilt. In dieser Oeffnung liegt, genau an dieselbe sich anschliessend und in derselben rund herum verschiebbar, ein halbrundes Metallstück M, welches an der graden Fläche eine empfindliche und sorgfältig justirte Röhrenlibelle besitzt. Auf der Mitte des Halbkreises bei Z ist ein kleiner Zeiger befestigt, der also bei der Bewegung des Stückes M in der Oeffnung auf dem oben genannten Gradbogen spielt. Legt man nun die Platte P an die Kante oder Fläche, deren Neigung bestimmt werden soll, und verschiebt das Stück M in der runden Oeffnung so lange, bis die Libelle horizontal liegt, so gibt der Zeiger die Neigung in Winkelgraden an. Damit das Stück M nicht aus der zylindrischen Oeffnung herausfällt, ist seine Peripherie mit einer Nuth versehen, in die von aussen her eine kleine Schraube bei s eintritt, die auch zugleich ein Festklemmen bewirkt, wenn das Instrument zu einem bestimmten Zwecke (nur als Wasserwage oder Vertikalwage u. s. w.) dienen soll.

In wie weit die oben beschriebenen, Winkel messenden Werkzeuge auch beim Montiren u. s. w. zur Verwendung kommen können, bedarf hier wohl keiner weiteren Erklärung.

III. Mittel zum Anzeichnen, Vorzeichnen und Eintheilen.

Das Anzeichnen, Vorzeichnen und Eintheilen hat den Zweck, dem Arbeiter die Lage oder Richtung anzugeben, wo und wohin er eine Arbeit vorzunehmen hat. Desshalb kommen hier nur Punkte und Linien in Betracht, weil die letzteren ja auch etwaige Flächen, die abgearbeitet werden sollen, festlegen.

Beim Arbeiten in Holz genügt es in der Regel, die Stellen eines Punktes oder den Lauf einer Linie mit einem Bleistift zu bezeichnen; bei

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1853 S. 266. 1861 S. 152.

Metallarbeiten und oft auch bei Holzarbeiten reicht dieses Hülfsmittel nicht aus: man muss vielmehr die Zeichen in das Material eindrücken (Punktiren, Reissen). Dazu bedarf man eines spitzen harten Werkzeuges.

A. Körner, Mittelpunktsucher, Linienreisser, Reissmass, Richtplatte.

Um Punkte damit anzugeben (körnen, ankörnen, Amorcer, *To mark, the centre*) z. B. zur Angabe der Stelle für Löcher beim Schmieden, Bohren etc. besteht dasselbe aus einem Stahlstäbchen (Körner, Amorcoir, *Centre punch*) mit einer konischen oder pyramidalen Spitze, welche man auf das Arbeitsstück setzt und mit einem Hammerschlag eintreibt oder bei weichem Material durch die Hand eindrückt. — In manchen Fällen muss man an Zylindern oder anderen Rotationskörpern auf der Endfläche zum Ankörnen erst den Achsenpunkt (Mittelpunkt) suchen (Zentriren). Auch für diesen Zweck stehen kleine Werkzeuge in Anwendung (Mittelpunktsucher, Mittelsucher, *Centre punch*), welche nach zwei Prinzipien konstruirt werden. Entweder steckt man einen Körner durch die Spitze eines konischen Trichters und setzt diesen auf die Endfläche des Arbeitsstückes: ein Schlag auf den Körner markirt dann den Kreismittelpunkt. Oder man legt an die Rundung des Arbeitsstückes ein Winkelmass von 90° auf dem noch ein Lineal sitzt, welches, den Winkel halbirt und zieht an diesem Lineal einen Strich, welcher natürlich durch den Mittelpunkt geht. Darauf legt man dieses Werkzeug an eine zweite Stelle an und zieht wieder einen Strich: wo beide Striche sich schneiden, liegt der Mittelpunkt. Wie der in Fig. 71 dargestellte Universalwinkel auch hierzu gebraucht werden kann, ist mit Hülfe des eingezeichneten Kreises leicht zu erkennen.

Zum Reissen einer Linie gebraucht man ein scharf spitziges Stahlstäbchen (Reissnadel, Reissspitze, Pointe, Pointe à tracer, Traceret, *Drawing point*, *Scriber*, *Marking awl*), welches mitunter die Spitze seitwärts bekommt (Reisshaken) und das man an einer Führung (Lineal, Règle, *Rule*) entlang zieht. — Zum Einreissen grader Linien ist natürlich auch das Lineal grade; zum Einreissen krummer Linien wird ein Kurvenlineal oder eine Lehre benutzt. Die graden Lineale werden häufig mit einer Theilung versehen und als Massstab gebraucht und dann sehr zweckmässig aus einem dreieckigen Prisma. mit einer Theilung an den schrägen Flächen hergestellt. Wenn sie unten ausgehöhlt sind, also aus Winkeleisen angefertigt sind, so kann man an ihnen auch bequem grade Linien auf Zylindern, parallel zur Achse ziehen. (Rohrmass, Rohrlehre).

Sollen parallel einer graden Kante eines Arbeitsstückes oder parallel einer ebenen Fläche an demselben, Linien in bestimmten Abständen gerissen werden, so kann man die Kante oder Fläche selbst als Führung benutzen, indem man an derselben ein Holz- oder Metallstück hingleiten lässt; das in dem bestimmten Abstande eben die Reisspitze trägt. Das auf solche Weise entstehende Werkzeug (Reissmass, Reissnadel, Streichmass, Streichmodel, Trusquin, Tracequin, *Marking gauge, Cutting gauge*)[1]) muss übrigens verschieden hergerichtet sein, je nachdem eine Kante oder eine (oft künstlich zu vorliegendem Zwecke angebrachte) Fläche zur Führung dient.

Fig. 76.

Wird es einer Kante entlang geführt, so besteht es wesentlich aus einem Anschlag oder Kopf (Tête, Appui, *Head*) A. Fig. 76 von Metall oder Holz, oder Holz mit Metall beschlagen, und einem durch den Anschlag gehenden Stabe B (Riegel, Tige, *Stem*) ebenfalls von Holz

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1840 S. 246.

oder Eisen, das am Ende bei B die Reisspitze trägt. Damit das Reissmass dann für verschiedene Entfernungen brauchbar ist, wird das Stäbchen B in dem Anschlag A verschiebbar und durch Druckschrauben oder Keile feststellbar eingerichtet. — Noch brauchbarer wird das Streichmass, wenn zwei Riegel durch den Anschlag gehen (doppeltes Streichmass), weil man dann damit im Stande ist, gleichzeitig zwei parallele Linien auf ein Mal zu ziehen und zwar in beliebigem Abstande, sowohl vom Rande als auch unter sich. Diese zwei Riegel werden entweder neben einander gelegt und durch zwischen liegende Keile festgehalten, wie Fig. 77 an dem gewöhnlichen Tischlerstreichmass zeigt, wo A der Anschlag, B B die Riegel und D die Befestigungskeile bedeuten, oder durch Klemmschrauben angedrückt. Dann ist der Anschlag ein viereckiger Ring, durch den die beiden mit Nuth und Feder in einandergreifenden Riegel gehen, welche beide von der am Ringe seitwärts sitzenden Schraube zusammenpresst werden, oder es liegt ein Riegel so in dem zweiten, dass beide sowohl gegen sich als gegen den Anschlag zu verschieben sind. Diese höchst zweckmässige Anordnung geht aus Fig. 78 hervor. A ist der Anschlag und B der Riegel aus Holz, welcher an einer Seite eine viereckige oder besser schwalbenschwanzförmige Nuth hat. In dieser Nuth ist ein ebenso geformtes Eisen oder Messingstäbchen C mit einem kleinen Griff G verschiebbar: desshalb kann man sowohl die Entfernungen der beiden Reisspitzen unter sich, als auch zu dem Anschlag A nach Bedürfniss ändern. Die doppelten Streichmasse dienen namentlich zum Vorreissen von Zapfenlöchern und werden deshalb auch Zapfenstreichmass (Trusquin d'assemblage, *Mortice gauge*) genannt. Mitunter werden auch bei den doppelten Streichmassen Schrauben für die Bewegung der Riegel angebracht. — Ein dem Streichmass verwandtes Werkzeug ist noch das Stellmass, welches aus einem langen Massstab besteht, auf dem sich ein Anschlag bewegen lässt. — Bei der Benutzung einer Fläche zur Führung des Reissmasses kann diese Fläche entweder an dem Arbeitsstücke festsitzen, wie z. B. bei dem Schieberkasten eines Dampfzylinders, wenn die Dampfkanäle für eine etwaige Nacharbeit angerissen werden müssen) und überhaupt bei winkeligen Arbeitsstücken, oder man muss eine gerade Fläche vorübergehend damit verbinden, wenn z. B. das Werkstück schon fest liegt und man eine horizontale Linie reissen will. In allen Fällen aber ist der Anschlag und damit die Einrichtung eines gewöhnlichen Reissmasses nicht anwendbar. Man bedarf vielmehr statt des Kopfes einer Platte, die auf der Führungsfläche sich bewegen lässt und an Stelle des Riegels ein festes Stäbchen besitzt, an welchem die Reisspitze sich auf und niederbewegen kann. Das Werkzeug wird also auf dieser Platte (Fuss) stehend gebraucht (stehendes Streichmass, *Side-gauge* [1]). Die etwa behufs des Anreissens besonders anzubringende Fläche ist die sog. Richtplatte, (*Surface plate*) eine je nach Bedürfniss kleine oder grosse viereckige Gusseisenplatte mit möglichst ebener Oberfläche, und der Leichtigkeit als auch des festeren Hinlegens wegen unten nur mit einem rings herumlaufenden Rande oder mit Rippen oder vier Füssen versehen, auch bei grossen Platten oft gitterartig durchbrochen. Diese Richtplatte wird entweder vor das Arbeitsstück gelegt

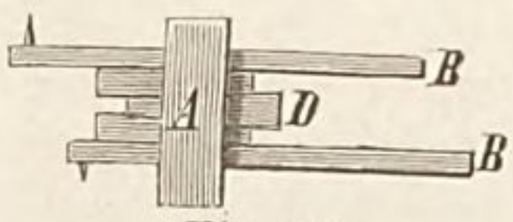


Fig. 77.

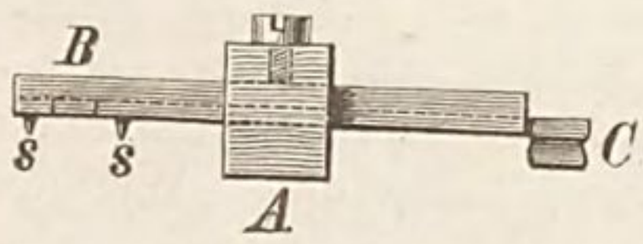


Fig. 78.

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1867 S. 207.

oder dieses mit der ebenen Fläche zu der eine Linie parallel gezeichnet werden soll, auf die Richtplatte gestellt. Für den letzten Fall hat man sogar besondere Anreisstische, welche oft 1 m breit und bis 3 m lang sind und auf eingeschraubten Füssen ruhend, ein für allemal in der Werkstatt fest aufgestellt sind.

Die gewöhnliche Einrichtung des stehenden Streichmasses geht aus Fig. 79 hervor. Der tellerförmig hohle Fuss F trägt die Stange S, auf welcher eine Hülse H auf und nieder zu verschieben und durch eine seitwärts sitzende Stellschraube zu befestigen ist. An dieser Hülse sitzt eine Querhülse, durch welche die Reissnadel a b c geht, ebenfalls durch eine Stellschraube festzuklemmen, sonst aber ebensowohl in der Längenrichtung zu verschieben als um die Achse b c zu drehen. Durch diese Drehbarkeit kann die Spitze a im Kreise bewegt und in eine verschiedene Höhenlage zu der Spitze c gebracht werden. Hierdurch erreicht man die Bequemlichkeit, auch zwei parallele Linien, die eine mit c die andere mit a anzureissen, deren Abstand gleich ist dem Vertikalabstand von a und c, also zwischen Null und a b liegen kann. Dass man ferner durch Aufschlagen auf b und d auch mit diesem Reissmass pointiren kann, bedarf nur der Andeutung. Sehr empfehlenswerth bei den stehenden Reissmassen ist eine Eintheilung des Stabs S nach dem gebräuchlichen Maasse, um dadurch sofort bestimmt angegebene Höhen abzugreifen. — Manche für feine Abmessungen bestimmte Reissmasse dieser Art sind ebenfalls mit Mikrometerschraube versehen, welche in ähnlicher Weise wie bei der Schublehre Fig. 67 genaue Einstellungen bewirkt.

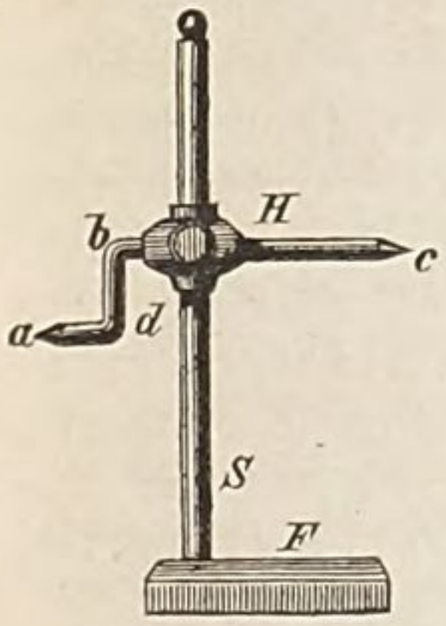


Fig. 79.

B. Zirkel.

Zum Vorzeichnen von Kreisen bedient man sich fast ausschliesslich des Zirkels und zwar desselben Zirkels mit seinen Variationen, der auf Seite 58 etc. ausführlich beschrieben ist, indem die eine Zirkelspitze als Reisspitze benutzt wird. Zu bemerken sei nur noch, dass in dem Falle, wo um ein bereits vorhandenes Loch ein Kreis gezogen werden soll, die eine Zirkelspitze mit einem konischen Stück zum Einsetzen in das Loch versehen wird, wie aus Fig. 45 S. 59 genügend hervorgeht. Seltener reisst man um eine kreisrunde Scheibe herum, als Leitlinie, einen Kreis auf.

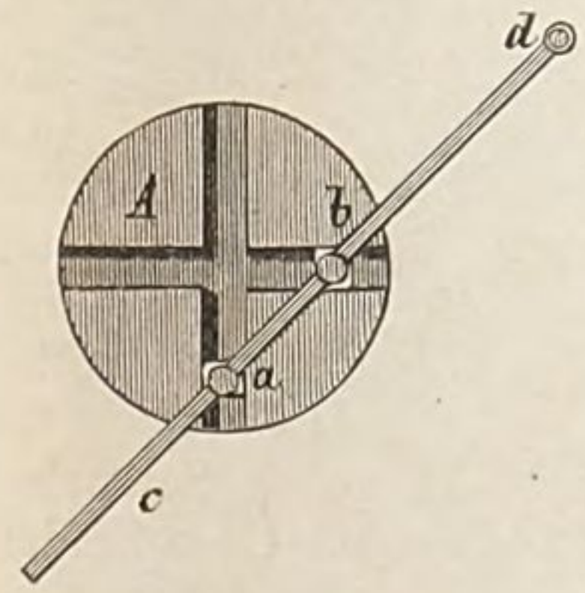


Fig. 80.

Mitunter, namentlich bei Holzarbeitern kommen Ellipsen oder Ovale vor (ovale Tische, Gefässe etc.). Diese Linien werden mit einem Ellipsenzirkel, (Compas à ovale, Compas à ellipse, *Oval compasses*) einfachster Konstruktion, wie sie aus Fig. 80 erhellt, gezogen. Eine runde Scheibe A aus Holz oder Metall hat zwei sich in deren Mittelpunkt schneidende Nuthen, in denen zwei Gleitstücke a b liegen, welche durch eine Stange c d verbunden sind, an deren Ende bei d eine Reisspitze oder ein Bleistift sitzt. Hält man nun A fest, was durch ein paar kleine spitze Stifte unterstützt wird und dreht d herum, so beschreibt die Spitze bei d eine Ellipse. Da die Stange c d verchiebbar durch kleine Hülsen geht, welche an a und b sitzen, so ist man im Stande, nicht nur das Verhältniss, sondern auch die Grösse der Ellipsendurchmesser beliebig zu ändern, wodurch die Brauchbarkeit des Werkzeuges wesentlich erhöht wird.

Zweites Kapitel.

Giesserei im Allgemeinen. [1])

Wenn sich in einem Gefässe eine Flüssigkeit befindet, so wird diese vermöge eines hydrostatischen Grundgesetzes die innere Gestalt des Gefässes annehmen und bei einer etwaigen Erstarrung behalten. Der in dem Gefässe vorhandene Raum wird dann um so vollständiger ausgefüllt, je dünnflüssiger die Flüssigkeit ist, je grösser der Druck, der auf ihr lastet, z. B. durch eine Flüssigkeitssäule und je flacher die Vertiefungen und Aushöhlungen an der Gefässwand sind. Die angenommene Gestalt der Flüssigkeit wird nach dem Erstarren am vollständigsten erhalten bleiben, wenn, im Augenblicke des Erstarrens wenigstens, keine Volumveränderung eintritt. Ist demnach die Aufgabe gestellt, aus Metall einen bestimmt geformten Gegenstand herzustellen, so kann man sie offenbar dadurch lösen, dass man das Metall in einen flüssigen Zustand versetzt, dann in eine Hohlform von der vorgeschriebenen Gestalt giesst und darin erstarren lässt. Derjenige Zweig der Metallverarbeitung, welcher sich mit der Lösung dieser Aufgabe speziell beschäftigt, ist die Giesserei. (Fonderie, *Foundry, Casting*).

Die Giesserei zerfällt demnach, abgesehen von der Wahl der Metalle, in 3 Grundmanipulationen:

1) in das Flüssigmachen (Schmelzen, Fussion, *Melting*) der Metalle.
2) in die Herstellung der Form (Förmerei, Moulage, *Moulding*).
3) in das Eingiesen des Metalls in die Form (eig. Giessen, Coulage, *Pouring, Casting*).

Die Eigenschaften, welche die Metalle besitzen müssen, um für Giessereizwecke tauchlich zu sein, ergeben sich aus den oben gemachten Andeutungen. Vor allen Dingen ist die Eigenschaft, sich bei solcher Temperatur schmelzen zu lassen, dass sich nicht zu unzweckmässige und zu schwer auszuführende Feuerungsanlagen zum Schmelzen grösserer Quantitäten ergeben, die wichtigste. Zweitens können nur solche Metalle und Metallmischungen verwandt werden, die beim Schmelzen in einen dünnflüssigen Zustand übergehen, weil nur solche die Form gehörig ausfüllen, und endlich ist die Art des Erstarrens, d. h., ob dieses mit einer Volumveränderung (Vergrösserung oder Verminderung) verbunden ist oder ob die Form der ganzen Ausdehnung nach unverändert bleibt, zu berücksichtigen. Im ersten Kapitel ist bei der Abhandlung über die Eigenschaften der Metalle und ihrer Legirungen immer auf ihre Anwendbarkeit zur Giesserei zwar hingewiesen, allein die Art und Weise des Schmelzens, (ob dies schnell oder langsam, ob bei hoher oder niedrigster Temperatur u. s. w. geschieht) des Eingiessens, die Beschaffenheit der Giessform etc. führen so manche Abweichungen herbei, dass nach dieser Richtung hin später noch einige Ergänzungen über die Natur des Gussmaterials nothwendig erscheinen.

Da das Schmiedeisen und das Platin wegen ihrer zu hohen Schmelzpunkte, desgleichen das Kupfer, weil es einen sehr löcherigen Guss liefert

---

1) Karmarsch, Handbuch der mech. Techn. Bd. I. S. 82. Hannover 1866. — C. Hartmann, Handbuch der Metall-Giesserei 4. Aufl. 2. Bd. Weimar. 1863. — Guettier, De la Fonderie telle qu'elle existe aujourd'hui en France et de ses nombreuses applications à l'industrie. Paris 1844. — Technol. Encyklopädie: Artikel Metallgiesserei. — Wiebe, Maschinenbaumaterialien und deren Verarbeitung. Stuttgart 1858. 2. Bd. S. 442.

und die Form schlecht ausfüllt, von der Giesserei ausgeschlossen, Stahl, Silber und Gold selten und dann in der Regel nur in sehr einfachen Formen gegossen werden, so bleiben demnach für den regelmässigen Betrieb der Giessereien folgende Metalle und Metallmischungen in Verwendung.

Roh-(Guss-)Eisen, Zinn, Zink, Blei, Tomback, Messing, Bronze, Argentan, Britaniametall und die sämmtlichen Legirungen von Zinn mit Blei, Blei mit Antimon etc.

I. Schmelzen der Gussmaterialien.[1])

Die Schmelzpunkte der zur Giesserei verwendeten Metalle liegen so weit auseinander und die Quantitäten des zu schmelzenden Materials sind so wechselnd, dass schon hierdurch die Einrichtungen und Vorrichtungen der Schmelzöfen abweichende Konstruktionen nöthig und möglich machen. Man kann dabei zwei Klassen von Schmelzapparaten unterscheiden. Bei der einen Klasse wird das Metall in direkte Berührung mit dem Brennmaterial oder den brennenden Gasen gebracht (Schachtofen und Flammofen), während bei der zweiten Klasse sich das Metall in Gefässen (Tiegeln und Kesseln) befindet, die dem Feuer ausgesetzt werden (Tiegel und Kesselöfen).

Die Schachtöfen sind zylinderähnliche Behälter aus feuerfestem Material, in denen das Gussmaterial mit dem Brennmaterial in direkter Berührung ist. Sie haben desshalb zwar den Nachtheil, dass das Gussmaterial in ihnen während das Schmelzen leicht fremde, schädliche Substanzen des Brennmaterials (Schwefel der Steinkohle etc.) aufnimmt, und bedingen demnach eine Auswahl des Brennmaterials (Holzkohle, Koks, Anthrazit); andererseits gewähren sie aber die Möglichkeit eines ununterbrochenen Betriebes und des Schmelzens grosser Metallmassen bei verhältnissmässig hoher Temperatur: sie dienen darum hauptsächlich zum Schmelzen von Gusseisen und führen dann den Namen Kupolo- oder Kupolöfen, (Fourneau à manche, F. à coupole, Cubilot, *Cupola, Cupola-furnace*). — Die Flammöfen, (Fourneau à réverbère, *Reverberatory furnace, Air-furnace*) mit ihrem vom Schmelzraum getrennten Feuerraum besitzen gegen die Schachtöfen den Vortheil, dass das Schmelzmaterial nur mit der Flamme in Berührung kommt, wodurch die Auswahl des Brennmaterials nur insofern beschränkt ist, als es möglichst lange Flamme geben muss (Steinkohle, Holz, Torf, etc.) Der Betrieb derselben kann aber kein kontinuirlicher sein in dem Sinne des Schachtofens (d. h. es können nur immer einzelne Portionen geschmolzen werden) in Folge dessen ein grosser Verlust an Wärme vorhanden ist durch den Antheil, der von den Wänden aufgenommen und abgegeben wird, wenn die Schmelzungen nicht schnell auf einander folgen.

Die Konstruktion eines Schachtofens wie er gewöhnlich zum Schmelzen von Eisen angewendet wird, (Kupolofen)[2]) geht aus Fig. 81 bis 84 hervor. Er besteht der Hauptsache nach aus einem zylindrischen Schacht A, der durch eine oben angebrachte Thür B (Gicht) das Material zum Verschmelzen aufnimmt, und in dessen unterem Theil C das geschmolzene Metall sich ansammelt. Die Zuführung der zum Verbrennen erforderlichen atmosphärischen Luft geschieht fast ausschliesslich durch Gebläse an einer

---

1) C. F. Dürre, Wissenschaftlich technisches Handbuch des gesammten Eisengiesserei-Betriebes 2. Bd. Leipzig 1870. 2) Hütte, 1854 Taf. 4. 1855 Taf. 15, 21. 1867 Taf. 23. 1868 Taf. 1. — Polyt. Centr. 1858 S. 1462. — Dingler's Journal Bd. 150 S. 186. Bd. 179 S. 150. Bd. 143 S. 425. — Zeitschr. deutsch. Ing. Bd. XIII. 1869 S. 273. — C. Schmidt, Technologisches Skizzenbuch. Stuttgart 1865. II. Abth. Taf. 1—6.

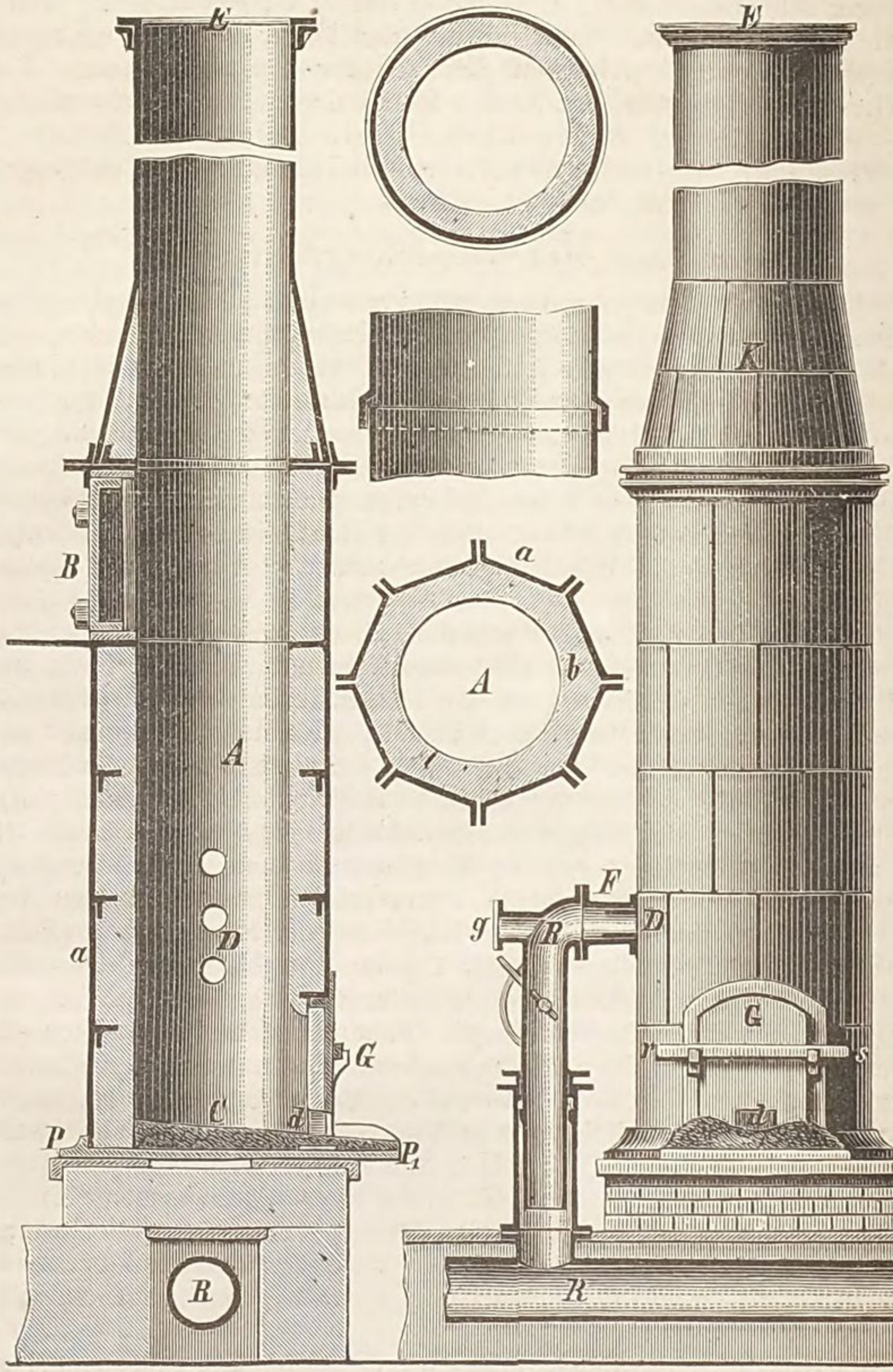


Fig. 81 bis 85.

Stelle D des Schachtes, welche das Gestell heisst und über dem Heerde C liegt. Nach oben hat der Ofen eine Fortsetzung (Esse) E, welche die Verbrennungsprodukte (Gichtgase) abführt.

Der Schacht ist aus drei konzentrischen Schichten zusammengesetzt. Die äussere Schicht zur Stütze des Ofenkörpers ist eine eiserne Hülle (Mantel) a, (Fig. 81 bis 85) die innere (Kernschacht) b besteht aus feuerfestem Material (Chamotte), und dazwischen befindet sich ein Zwischenraum von etwa 12—18 mm, welcher die freie Ausdehnung der erhitzten Kernmauer zulässt, und gleichzeitig als schlechter Wärmeleiter

dient, zu welchem Zwecke er mit Asche und dergleichen gefüllt wird. Zweckmässiger erscheint es, ihn ganz leer zu lassen, weil die Luft, wenn sie nur an Zirkulation verhindert wird, als schlechter Wärmeleiter genügt und der Ausdehnung der Kernmauer keine Hindernisse bietet.

Der Ofenmantel ist entweder zylindrisch (Fig. 83) oder polygonal, (Fig. 85) aus Schmiedeisen, (Blech) oder Gusseisen hergestellt. Wenngleich die Anwendung von Gusseisen deshalb am zweckmässigsten erscheint, weil die Giessereien sich dann den Mantel selbst herstellen können, so sind doch Blechmäntel (Fig. 82) die verbreitesten und beliebtesten, um so mehr, als unbrauchbar gewordene Dampfkessel hier noch eine ausgezeichnete Verwendung finden. Die Mäntel von Gusseisen werden entweder aus einzelnen über einander geschobenen Zylinderstücken mit Muffen (Fig. 84) oder aus Platten (Fig. 85), welche mit schräg angegossenen Flantschen versehen sind und durch Schrauben verbunden werden, zusammengesetzt.

Der Kernschacht oder das Schachtfutter wird innerhalb des Mantels aus feuerfesten Formsteinen mit Chamottemörtel aufgemauert und bekommt etwa 22 cm Wandstärke. Das Schachtfutter ruht auf dem ebenso hergestellten Gestellfutter und dieses auf einer Bodenplatte P. An dem Mantel festsitzende Rippen (Fig. 81) aus Winkeleisen oder angegossen dienen oft als Verbindungsmittel zwischen Futter und Mantel. In dem untersten Theile des Schachtes unmittelbar auf der Grundplatte befindet sich der Boden des Heerdes, über welchem sich das geschmolzene Metall ansammelt. Dieser Boden C wird in einer durchschnittlich 15—22 cm dicken Schicht aus sog. Masse (fetter Sand) angefertigt und fast nach jeder Schmelzung erneuert. An einer Seite des Heerdes ist die Arbeitsthür G angebracht, die zunächst den Zweck hat, einen Arbeiter in den Ofen zu lassen, um die Reparaturen und das Einstampfen des Bodens vorzunehmen und deshalb in der Regel 30 cm breit und 36 cm hoch ist. Sie wird inwendig mit feuerfesten Steinen ausgefüttert, beim Vorsetzen mit Lehm verschmiert und durch eine in Klammern vorgelegte Eisenstange r s Fig. 82 festgehalten. Unten hat diese Thür einen Einschnitt (Stichloch) d, nach welchem hin sich der Heerdboden um 5—8 cm senkt und vor dem sich eine Rinne P_1 in passender Höhe befindet, durch welche das Metall in die untergehaltenen Gefässe läuft, wenn der das Stichloch schliessende Lehmpfropfen herausgezogen wird.

Die am oberen Theil des Schachtes angebrachte Aufgebethür B ist ähnlich wie die Arbeitsthür eingerichtet, nur zweckmässiger um Angeln drehbar. Der ganze Ofen endlich ruht auf einem Fundament, das etwa 45—46 cm. über die Hüttensohle reicht. — An den Ofen schliesst sich nach oben die etwa 8—10 m hohe Esse an, welche in der Regel aus einem Eisenblechrohr E von etwa 60 cm. Durchmesser besteht und durch einen Kegelansatz K sich unten zum Ofendurchmesser erweitert.

Von der grössten Wichtigkeit für den Betrieb eines Schachtofens ist die Luftzuführung (Wind, Vent, Air forcé, *Blast, Wind*), welche höchst selten auf natürlichem Wege vermittelst hoher Essen, sondern gewöhnlich durch besondere Apparate[1]) bewirkt wird. In der Regel finden hierzu Ventilatoren, selten Zylinder- oder andere Gebläse Anwendung. Der Wind wird durch Röhren R dem Ofen zugeleitet und durch konische Ansetzstücke F (Düsen), welche wieder in runden in Mantel und Futter ausgesparten Oeffnungen D (Formen, Tuyere, *Tue-iron*) liegen, in den Ofen geführt.

1) Rittinger, Theorie und Bau der Zentrifugalventilatoren. Wien 1858. — J. v. Hauer, Die Hüttenwesens-Maschinen. Wien 1867. S. 1. — Zeitschr. deutsch. Ing. 1869. S. 363.

Die Zahl der Formen, die Grösse dieser und der Windleitung hängt zwar von manchen Umständen ab, namentlich aber von der Grösse des Ofens. Wenn in einem kleinen Ofen nur eine Form vorhanden ist, so liegt sie in der Seite (Wange) des Ofens. Sind zwei vorhanden, so liegen diese sich zwar gegenüber, aber in verschiedenen Höhen, damit die Windstrahlen sich nicht treffen. Ist jedoch die Zahl noch grösser, so legt man um den Ofen einen Windbehälter und lässt von diesem aus die Düsen in die Form treten und zwar ebenfalls in verschiedenen Höhen, was man durch Anordnung nach Schraubenlinien erreicht. Die gewöhnliche Windleitung ist aus Fig. 82 ersichtlich, und die Anordnung mit vielen Formen in einer Reihe zeigt Fig. 87 a. S. 80.

Die Lage oder Höhe der Formen über dem Heerdboden hängt natürlich zunächst ab von dem Fassungsraum, der unter den Formen dem Heerd gegeben werden soll, also von der Grösse des Ofens und dann von dem Brennmaterial, so zwar, dass bei starkem Gebläse und Kokes die Höhe viel grösser (52—57 cm.) sein kann als bei schwachem Gebläse und Holzkohlen (30—40 cm.), d. h. je grösser die Intensität des Feuers ist, je höher können die Formen liegen, weil dann selbst aus dieser grösseren Entfernung von der Hauptverbrennungszone noch ein genügendes Warmhalten des geschmolzenen Eisens möglich ist. Um aber bei ungleichen Quantitäten in einem Ofen eine möglichst gleichbleibende Entfernung der Formen von der Eisenoberfläche zu erzielen, kann die Anordnung getroffen werden, mehrere Formreihen übereinander anzubringen. Die Zahl der Reihen steigt je nach Bedürfniss von 2 auf 6, während die Entfernung von einander variirt zwischen 37 und 31 cm. mit der Rücksicht, dass die oberen Reihen näher aneinander liegen als die unteren.

Die Grösse der Kupolöfen ist bestimmt durch die Quantitäten, die in denselben geschmolzen werden sollen und setzt sich zusammen aus der Höhe des Schachtes und seinem Querschnitt. Die Höhe beträgt, ohne die praktisch noch leicht verschiebbare Grenze zu überschreiten, etwa 2—6 m., während der Durchmesser sehr verschieden ist. Folgende Tabelle zeigt bewährte Beispiele von Kokskupolöfen:

Fassungsraum in Cubikm.	0,07	0,14	0,35	0,63	0,84	2,10
Für Eisen in Kilogr. unter der obersten Formreihe	500	1000	2500	4500	6000	15000
Durchmesser des Schachts in den Formhöhen in m	0,45	0,60	0,90 22	1,15	0,95	1,25
Höhe der unteren Formreihe	0,30	0,58	0,50	1,	0,43	0,57 36
„ „ zweiten „	—	—	—	1,23	0,58	0,93
„ „ dritten „	—	—	—	1,46	0,73	1,29
„ „ vierten „	—	—	—	—	0,88	1,65
„ „ fünften „	—	—	—	—	1,03	—
„ „ sechsten „	—	—	—	—	1,18	—
Höhe des Schachtes über der Heerdsohle	1,85	2,4	2,5	3,0	2,65	2,5

Das Quantum atmosphär. Luft, welches zum Kupolofenbetrieb erforderlich ist, richtet sich namentlich nach dem Brennmaterial und nach der Konstruktion, der Grösse und dem Betrieb des Ofens. Als Anhaltspunkte sind zu nehmen:

7—18 durchschnittlich 9—11 Cubikm. pro Minute
bei einer Pressung von 5—10 cm. Quecksilber für Kokes
und von 2—3 « « für Holzkohle,

wonach sich also die Ventilatorgrösse und Geschwindigkeit der Gebläse, sowie die Düsendurchmesser bestimmen lassen. Auf das Quantum des niederzuschmelzenden Eisens reduzirt, beträgt die Windmenge etwa 60—75 Cbm. auf 100 Kg. Eisen.

Der Brennmaterial-Verbrauch während des Schmelzens ist ebenfalls variabel, so dass man annehmen muss:

6—30 durchschnittlich 10—15 Kg. Kokes,
25—50 « 30—40 « Holzkohle auf 100 Kg. Eisen.

Der Betrieb eines Schachtofens beginnt zunächst mit der Erwärmung. Diese geschieht durch Einwerfen glühender Kohle oder Kokes und Anlassen des Gebläses bei offenem Stichloch (um den Heerd gut anzuwärmen) und Aufgeben neuer Kohlengichten bis zur gehörigen Gluth, die man aus der Gichtflamme erkennt. Sodann werden abwechselnd Eisen und Kohlengichten aufgegeben, bis die ersten Eisentropfen aus dem Stichloche sich zeigen und darauf dieses mit einem an einer Stange sitzenden Lehmpropfen verstopft. Bald darauf kann das Eisen je nach Bedarf abgelassen (abgestochen) werden, natürlich nachdem der Lehmpfropfen entfernt ist. Den Fortgang des Schmelzens erkennt man durch die Schaulöcher g Fig. 82 vor den Formen.

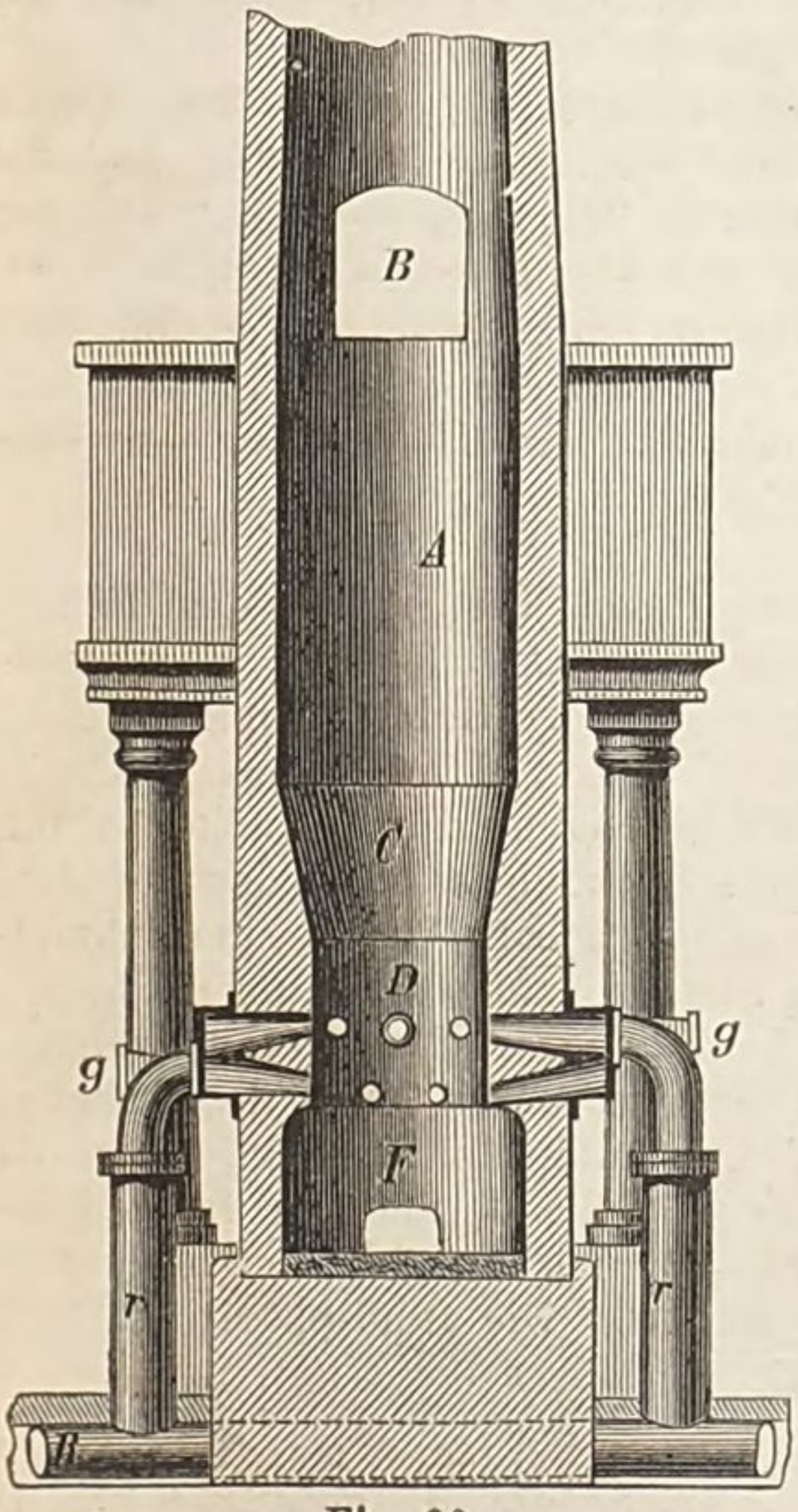


Fig. 86.

Das Brenn- und Schmelzmaterial, welches in den Ofen gebracht werden soll, muss auf eine Plattform (Gichtboden) vor der Aufgebethür gefördert werden, was entweder auf einer geneigten Ebene oder durch Winden und Hebevorrichtungen (Gichtaufzüge) geschieht.

Die Kupolöfen haben im Laufe der Zeit mancherlei Konstruktionsänderungen erfahren, die besonders eine Verminderung des Brennmaterials oder eine Beschleunigung des Niederschmelzens erzielen sollen. Man suchte dies namentlich durch eine, von der zylindrischen Form abweichende innere Gestalt des Kernschachtes zu erreichen, indem man diesen nach oben oder nach unten kegelförmig erweiterte oder verengte oder ganz durch Kegel ersetzte, oder im Gestell verengte. Dies letztere Verfahren verdient besondere Erwähnung und da es am zweckmässigsten bei dem Schachtofen von Ireland[1]) zur Ausführung gelangt ist, so mag dieser Ofen hier noch speziell mit Hülfe der Fig. 86 und 87 beschrieben werden.

1) Dingler's Journal Bd. 161, S. 461.

Der Schacht A ist zylindrisch aber von der Aufgebethür B nach aufwärts und sodann nach unten kegelförmig abschliessend. Der untere Kegelstumpf C führt zu dem Gestell D, um das ein Windring mit zwei Formenreihen mit je acht Formen (Fig. 87) liegt. Dem Windring wird von dem Hauptrohr R durch die Zweigröhren r r die Gebläseluft so zugeführt, dass jede Formreihe eine besondere Windleitung hat. Durch die Einschnürung des Gestells wird die Hitze in demselben sehr intensiv und darum kann der Fassungsraum F verhältnissmässig sehr gross genannt werden.

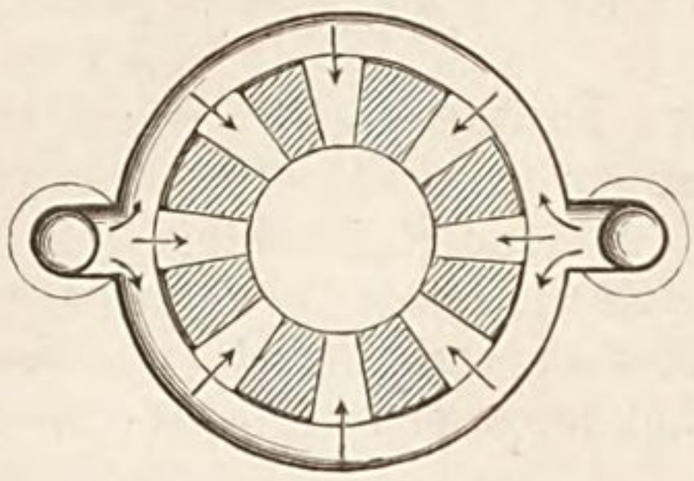


Fig. 87.

Während bei den beschriebenen Kupolöfen die 3 Haupttheile Schacht, Gestell und Heerd in einer Richtung und fest über einander liegen, hat man neuerdings auch Konstruktionen ausgeführt, welche von diesem Prinzip abweichen und unter Umständen sehr nützlich werden können.

Eine Abweichung besteht darin, dass der Heerd auf einem Fahrgestell steht und mit diesem unter dem Ofengestell weggezogen, und direkt nach der Stelle gefahren werden kann, wo das Giessen vorgenommen werden soll (Bocard's und Wedding's Ofen[1]).

Bei einer anderen Ausführung (Krigar's Ofen[2]) ist der Fassungsraum oder Heerd ganz vom Ofen getrennt und seitwärts angebracht. Die Verbindung mit dem Schmelzraum wird durch einen Kanal hergestellt, der unter den Formen im Gestell ausmündet. Man rühmt diesem Ofen einen geringen Brennmaterial-Aufwand, leichte Handhabung und besonders die Erzielung schönen reinen Eisens nach.

Von der Anwendung heisser Gebläse-Luft ist man fast ganz abgekommen, weil der Vortheil, welcher in der Ersparung von Brennmaterial liegt, durch die Abnutzung des Kernfutters in Folge der grossen Hitze und durch die schädliche Einwirkung auf das Eisen kompensirt wird.

Die Flammöfen,[3]) die in der Giesserei zum Einschmelzen der Metalle etc. verwendet werden, sind in mancher Beziehung von einander abweichend gebaut. Im Allgemeinen geht aber ihre Einrichtung aus der Abbildung (Fig. 88, s. S. 81) hervor, welche einen Flammofen zum Umschmelzen von Eisen darstellt.

Man erkennt, dass derselbe aus 3 Haupttheilen besteht, aus dem Feuerraum A, dem Arbeitsraum B, dem Schornstein C. In dem Feuerraum liegt auf dem Rost das Brennmaterial (Steinkohle, Torf, Holz, Braunkohle etc.), das durch die Seitenthür oder durch einen Aufsatz H mit Schieber s aufgegeben wird und dessen Flamme über die sogenannte Feuerbrücke (Autel, *Fire bridge*) a geht und von der gewölbten Decke b geführt, das auf dem Heerde B liegende, durch eine Seitenthür eingeschobene Metall zum Schmelzen bringt. Andere Arbeitsthüren bei o und p dienen auch zum Eintragen des Metalls und zur Beobachtung des Schmelzganges. Das Metall, welches bei B allmählich abschmilzt, läuft nach dem vorderen Theil des Arbeitsraumes B (Sumpf), während die etwa sich bildende Schlacke über die schräge Fläche F (Fuchs) nach der Esse zu abfliesst, um hier fortgenommen zu werden. Die Abstichöffnung befindet sich an der tiefsten Stelle des Sumpfes B und läuft nach der Seite hin aus. Die atmosphärische Luft,

---

1) Polyt. Centr. 1858. S. 000. — Dingler's Journal. Bd. 150, S. 186. 2) Deutsch. Industrie-Zeitg. 1868. S. 66. — Polyt. Centr. 1872. S. 702. 3) Hütte 1854. Taf. 4; 1855. Taf. 15; 1861. Taf. 15.

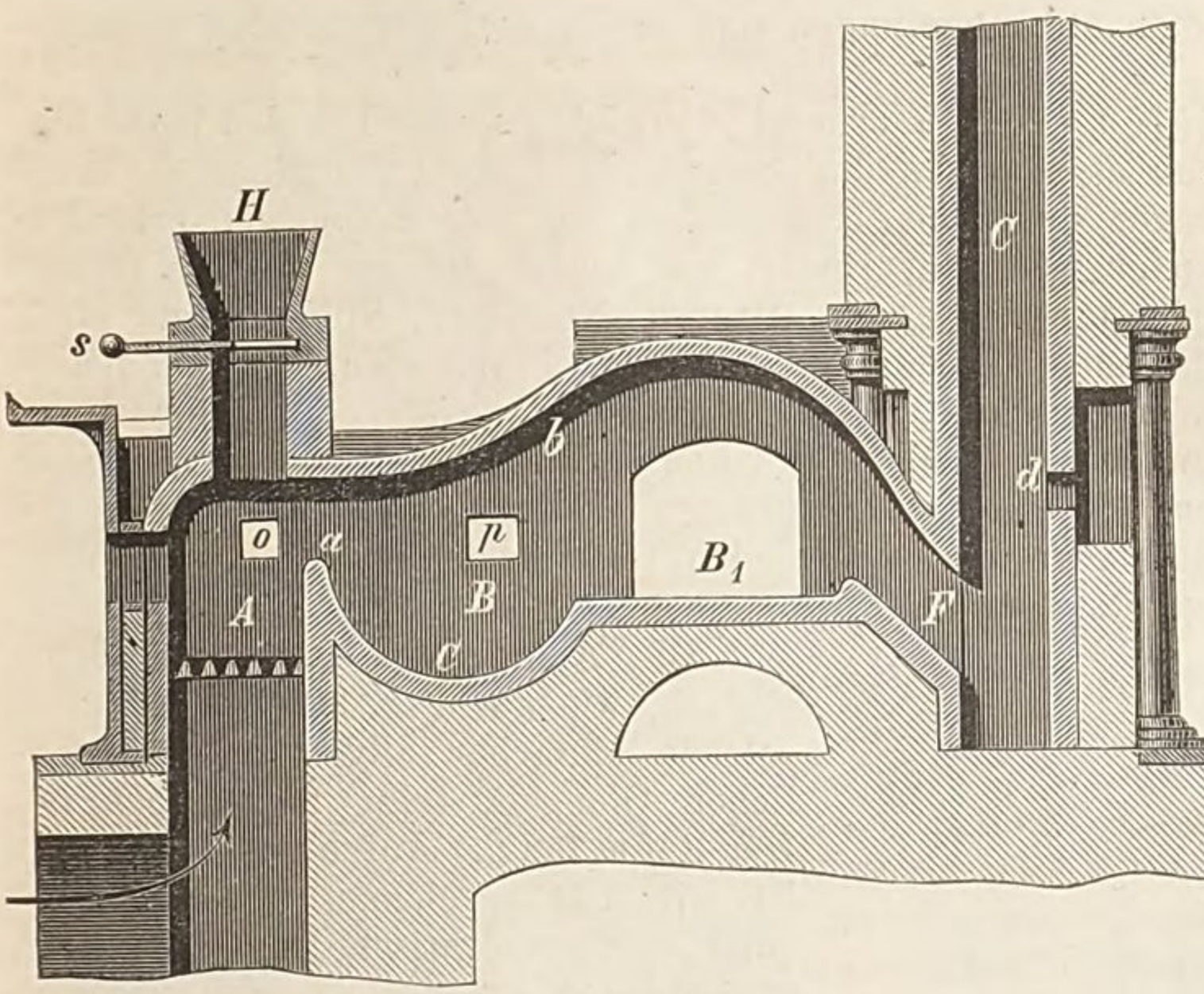


Fig. 88.

welche zur Verbrennung erforderlich ist, wird durch eine 12 bis 25 m hohe Esse, also durch sog. Zug, sehr selten durch Exhaustoren oder Ventilatoren herbeigeführt u. tritt zum Theil durch den Rost, zum Theil auch wohl durch eine Oeffnung über dem Feuer ein. Sodann ist noch bei d eine Oeffnung zur Beobachtung der Temperatur vorhanden. — Der Flammofen gibt ebenso wie der Schachtofen bei guter Anordnung eine Wärme, die hinreicht, grosse Eisenmassen, Bronze etc. zu schmelzen und wird daher auch besonders für diese beiden Metalle, mitunter auch zum Schmelzen von Messing verwendet.

Je nach der Menge und Gattung der Metalle, zu deren Schmelzung der Ofen bestimmt ist, erleidet derselbe namentlich in der Konstruktion des Heerdes und in der Lage des Abstichloches Modifikationen.

Der Heerd zum Einschmelzen bildet oft nur eine schalenförmige Vertiefung (Sumpf), an deren tiefster Stelle das Stichloch ist oder er ist gestreckt grade und von der Feuerbrücke ab nach der Esse zu gesenkt, so dass sich das flüssige Eisen in dem Fuchs sammelt, von dem aus dann der Abstich unter der Esse durch nach Aussen erfolgt.

Zum Schmelzen der Bronze und des Messings ist fast immer nur ein Sumpf vorhanden, der mitunter einen Kugelabschnitt bildet und eine kugelförmige Decke hat, oder auch aus zwei zusammenlaufenden schrägen Heerdflächen besteht, wie Fig. 89 zeigt, in welchem Falle das Stichloch an der Stelle liegt, wo die beiden Flächen zusammentreten.

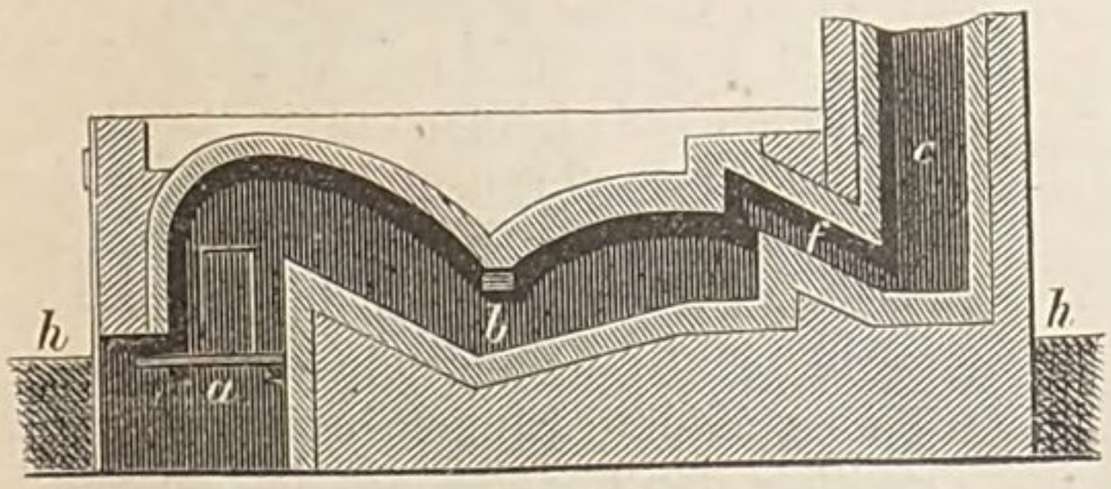


Fig. 89.

Die Grösse der Flammöfen ist ebenfalls sehr verschieden: bei Eisen geht sie zur Aufnahme von 3000 bis 10000 Kg., bei Bronze bis 5000 Kg. Der Brennstoff-Aufwand im Flammofen beträgt für Eisen etwa 50—90 % Steinkohlen oder 100—130 % Holz.

In neuerer Zeit werden die Flammöfen häufig mit Gas gespeist, das entweder eigens in den sogenannten Generatoren (Siemens[1]) erzeugt

1) Polyt. Centr. 1872. S. 235.

oder von Hochöfen etc. abgefangen und oft in den Regeneratoren vorgewärmt wird.

Die Tiegelöfen (Four à creuset, *Crucible fournace*) finden besonders Verwendung, wenn es sich um das Schmelzen kleiner Metallmassen handelt, entweder wegen des hohen Hitzegrades, der zum Schmelzen erforderlich ist (Stahl), oder wenn der Bedarf nur kleine Mengen fordert (Gusseisen zu Bijouteriewaaren, Messing, Bronze, Neusilber, Silber, Gold etc.). Der Tiegelofen ist entweder ein Schacht- oder Flammofen, in dem feuerfeste (Chamott- oder Graphit-) Tiegel (Creuset, *Crucible*) der Einwirkung glühender, sie umgebener Kohlen (Holzkohle, Koks) oder brennender Gase ausgesetzt werden. Sie bieten den grossen Vortheil, dass die Metalle in bedeckten Tiegeln weder der oxydirenden Luft, noch der Gefahr der Verunreinigung ausgesetzt werden.

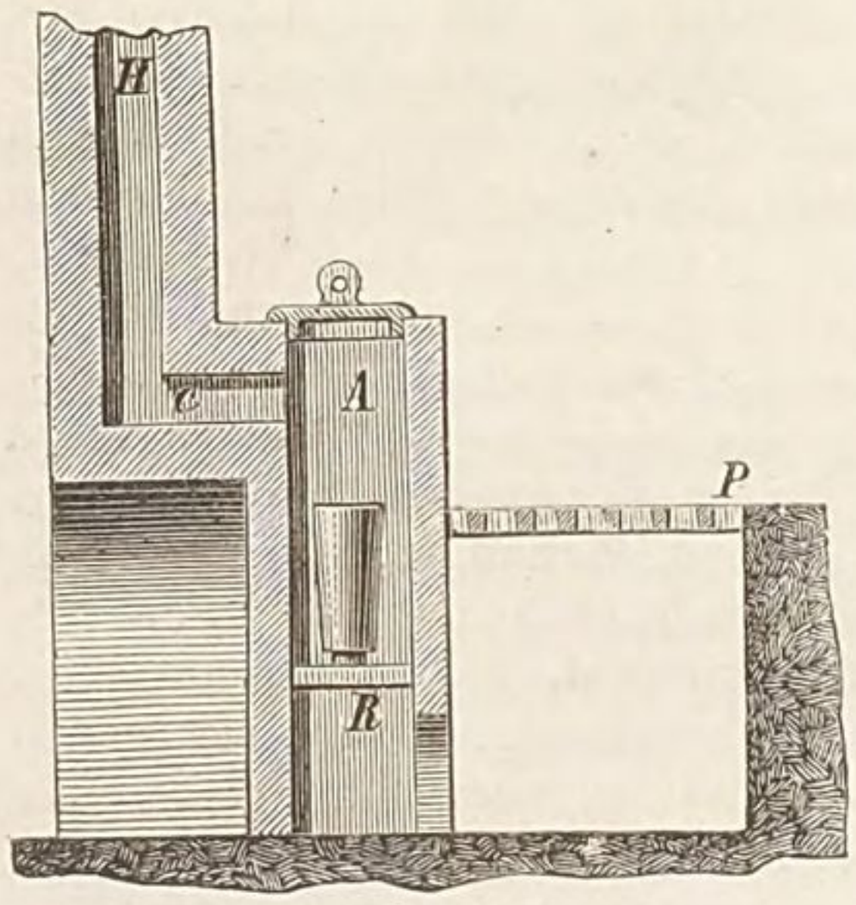


Fig. 90.

Die Anlage des Ofens ist höchst einfach, wie aus Fig. 90, welche einen solchen einfachen allgemein gebräuchlichen Ofen darstellt, zu ersehen ist. Der Raum für die Aufnahme des Tiegels ist mit A R bezeichnet. Derselbe ist rund oder quadratisch im Querschnitt, erhält bei R einen Rost, der zugleich den Tiegel trägt und steht durch den Fuchs C mit dem Schornstein H in Verbindung, der gewöhnlich in oder an der Gebäudewand hinaufgeht. Zum Ausnehmen des Tiegel vermittelst der Tiegelzangen ist es höchst zweckmässig, den Ofen so tief in den Boden zu versenken, dass der Tiegelrand nur wenig über denselben hervorragt. Auch dieser Aufbau geht aus Fig. 90 hervor, indem P der Fussboden der Giesshütte ist. Vor dem Ofen ist dann eine grössere Versenkung anzubringen, um die Asche, welche sich im Aschenfall R ansammelt, durch die Oeffnung bei R zu entfernen und um gleichzeitig die zur Verbrennung erforderliche Luft zum Rost gelangen zu lassen, wesshalb diese Versenkung mit einer durchbrochenen Gusseisenplatte P bedeckt ist.

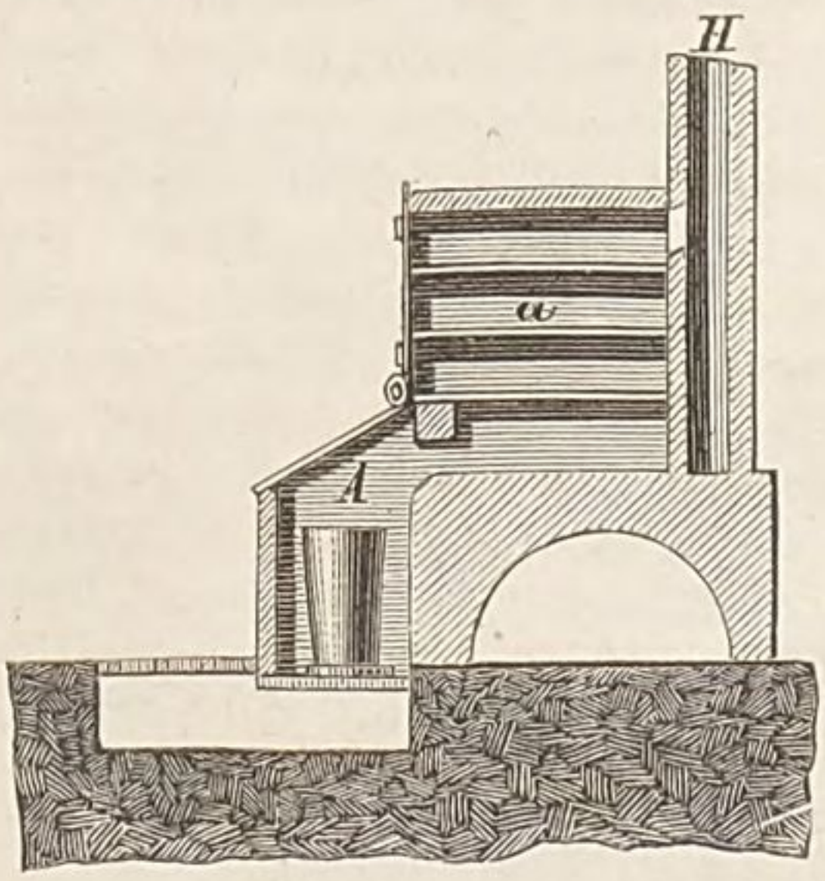


Fig. 91.

Eine zweite Konstruktion von Oefen mit Tiegeleinsatz zeigt Fig. 91. Dieselbe ist namentlich für kleinere Gelbgiessereien empfehlenswerth, weil die brennenden Feuergase, ehe sie in den Schornstein treten, durch einen grösseren Raum a ziehen, der inwendig eine Anzahl, z. B. 4 aus einzelnen Eisenstäben gebildete Etagen besitzt, die zum Trocknen der Formen aus fettem Sande oder Lehm dienen. Die Vorderseite dieses Trockenschrankes wird durch eine eiserne Blechthüre verschlossen und der Tiegelraum durch einen Klappdeckel vor Abkühlung geschützt.

In neuerer Zeit ist ein Tiegel-Ofen in Gebrauch gekommen, mit welchem

man leicht die strengstflüssigen Legirungen (Gold- und Silber-Legirungen etc.) in Tiegeln, und zwar mit Hülfe von gewöhnlichem Leuchtgas und atmosphärischer Luft zum Schmelzen bringen kann. Derselbe ist erfunden von Perrot in Genf, und von Issem in Berlin[1]) so verbessert, dass man ihn für Goldschmiede, Juweliere, Bronzearbeiter etc. als höchst zweckmässig anerkennen muss. Mit diesem Ofen ist man im Stande, in einer halben Stunde 400 bis 500 Gramm einer Goldlegirung mit einem geringen Gasaufwande zu schmelzen. Es tritt dabei Leuchtgas, mit Luft gemischt, aus im Kranze angeordneten Brennern und heizt den Schmelztiegel. Dieser ist mit einem Mantel umgeben und ruht auf einem von einer eisernen Stange getragenen Zylinder aus feuerfestem Thon. Die Gase strömen, nachdem sie den Tiegel erhitzt haben, nach der äusseren Seite des umgebenden Mantels und gelangen von da in einen gewöhnlichen Schornstein oder in ein Rohr aus Schwarzblech. Zur Regulirung des Gaszutrittes ist ein einziger Hahn angebracht, für die Luft bedient man sich eines einzigen unterhalb des Apparates angeordneten Ventiles, welches man mittelst eines Hebels bewegt. Ereignet sich beim Schmelzen ein Unfall, so fällt das dem Tiegel entfliessende Metall in eine sehr widerstandsfähige Metallschale, aus der es leicht entfernt werden kann.

Die Flamme der Brenner erhebt sich so gegen die Wände des Tiegels, dass sie sich mit der äusseren Luft mischt und die Mündungen der Brenner sind so angeordnet, dass sie der Flamme eine schraubenförmige Bewegung rings um den Tiegel ertheilen; dadurch wird eine innigere Mischung des Gases mit der Luft und eine bemerkenswerthe Temperaturerhöhung erzielt.

Fig. 92.

Fig. 92 stellt den Apparat im Vertikaldurchschnitt dar.

Der Schmelzofen A ist der äussere zylindrische Mantel aus feuerfestem Thon. Da der Thon öfters Risse bekommt, so ist dieser Mantel noch mit einer Eisenblechplatte bekleidet, welche unten durch einen Reif zusammengehalten wird.

B ist ein eiserner Dreifuss, auf welchem der Mantel A befestigt ist; C ist der den Tiegel umhüllende innere Mantel, welcher sich abnehmen lässt. Er besteht gleichfalls aus feuerfestem Thon und besitzt einen breiten nach innen erweiterten Sockel, mit welchem er auf dem ringförmigen Boden des Mantels A ruht. Er ist ausserdem durch sechs senkrechte, von oben bis zur halben Höhe sich erstreckende Rippen verstärkt, von denen drei inwendig und drei auswendig angebracht sind; D ist eine kleine Kuppel aus feuerfestem Thon, welche auf dem Mantel C aufliegt, mit einer der Weite des Tiegels entsprechenden Oeffnung; F ist ein mit einer Handhabe versehener Deckel, gleichfalls aus feuerfestem Thon, welcher auf den Mantel A zu liegen kommt. E ist ein

1) Allgem. Deutsch Polyt. Zeitung, 1873. S. 2.

Pfropf, welcher sich von dem Deckel, in dessen Mitte er locker eingefügt ist, abnehmen lässt, um den Tiegel während des Schmelzprozesses beobachten zu können. Die Oeffnung G dient zur Abführung der Verbrennungsprodukte. H ist der Tiegel. Er ruht in der Mitte des inneren Mantels C auf einem Zylinder K aus feuerfestem Thon, der auf einen eisernen Bolzen c gesteckt und durch diesen in vertikaler Lage erhalten wird.

Der eigentliche Heizapparat ist eine runde Kammer, in welche die zur Mischung mit dem Gas bestimmte äussere Luft gelangt. Auf dem Rohre a, welches mit der Gasleitung in Verbindung steht, sind die Brenner b, sechs an der Zahl, befestigt. Ihre umgebogenen oberen Enden haben die Wirkung, dass die Flamme durch die untere Oeffnung des inneren Mantels C schraubenförmig eindringt und den Tiegel umspült.

C ist eine in der Mitte der Kammer befestigte senkrechte Stange zur Aufnahme des Cylinders K, welche sich mit Hülfe einer Schraube d, je nach den Dimensionen des Tiegels, in beliebiger Höhe feststellen lässt. Eine Metallschale P hat die Bestimmung, das in Folge eines Unfalles beim Schmelzen aus dem Tiegel fliessende Metall aufzunehmen.

Zum Schmelzen leichtflüssiger Metalle und Legirungen eignet sich in vielen Fällen ein einfacher, gusseiserner Kessel, der wie ein Waschkessel eingemauert wird, aber zur Unterstützung des grossen Gewichts, das die Masse besitzt, stets mit Tragbeinen versehen sein soll, die auf dem Rost oder auf starken eisernen Querstäben aufruhen müssen. Eine bewährte Einrichtung dieser Art ist in Fig. 93 dargestellt. Der Kessel A hängt mit einem rund herumlaufenden Rande auf einem Gewölbe und steht mit 3 Füssen auf einer Unterlage von Eisenstäben.

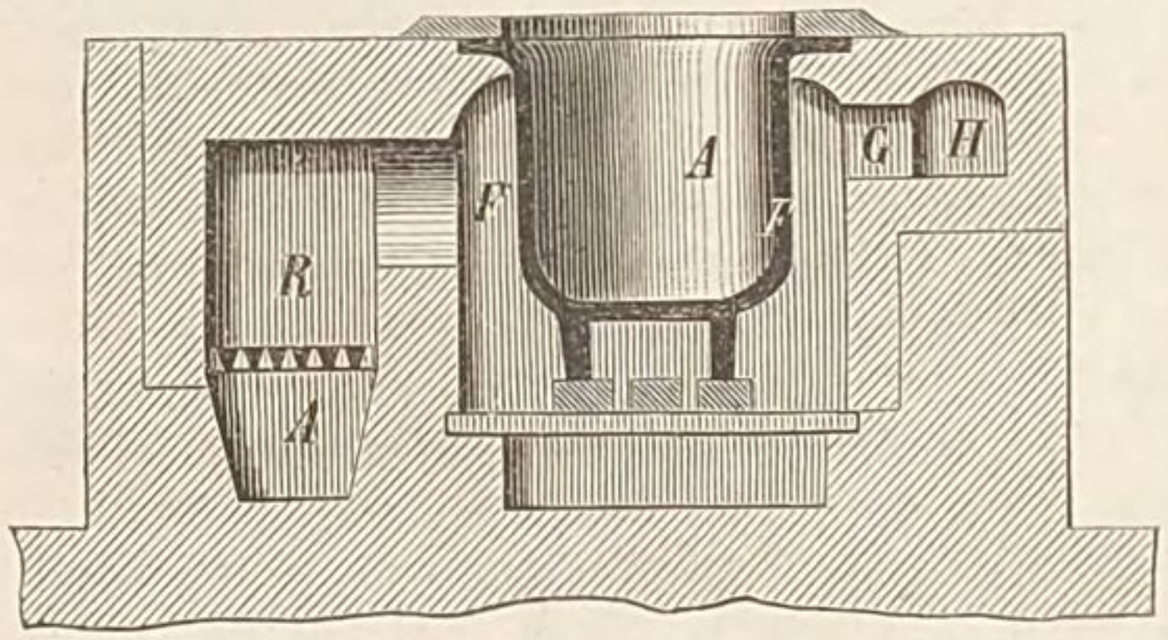


Fig. 93.

Von der seitwärts angebrachten Feuerung R mit dem Aschenfall A zieht die Flamme nach dem Hohlraum F, umspült fast den ganzen Kessel und zieht durch den Fuchs G nach dem in der Mauer liegenden Kanal H, der in einen beliebigen Hausschornstein einmündet.

II. **Formerei** (Moulage, *Moulding*).

Die unendliche Mannigfaltigkeit der durch Guss erzeugten Gegenstände (Gusstücke, Ouvrage de fonte, Pièce moulée, *Cast*, *Casting*) hat eine ebenso ausserordentliche Ausbildung der Formerei oder derjenigen Prozesse zur Folge gehabt, durch welche die Hohlformen gebildet werden, die das geschmolzene Metall aufzunehmen bestimmt sind. Bei der Herstellung solcher Hohlformen sind es namentlich 3 Punkte, welche besondere Aufmerksamkeit erheischen:

1) das Material zur Bildung der Form (Formmaterial),
2) das Verhalten des Metalls in und zu der Form,
3) die Herstellung der Form mit möglichst wenig Arbeits-Aufwand.

Jede Giessform muss, wenn der Guss gelingen soll, gewissen Bedingungen genügen. — Die Dauerhaftigkeit der Form muss so gross sein, dass sie mindestens einen Guss aushält, d. h. bis zum Erstarren des Metalls darf sie weder durch den Druck der Flüssigkeitssäule bersten, noch

durch die Bewegung derselben zerbröckeln, noch durch Wärme des Metalls schmelzen, verbrennen oder zerspringen. Die Schärfe, d. h. die Ausbildung der Form muss so vollständig sein, dass das Gusstück möglichst wenig Nacharbeit zur nothwendigen Vollendung bedarf. Die Wärmeleitungsfähigkeit der Form muss im Allgemeinen gering sein, damit die Abkühlung des Gusstückes nicht zu hastig eintritt. Besondere Ausnahmen finden dabei Statt, z. B. beim Hartguss des Eisens, wo eine schnell wärmeentziehende Form die Eisenoberfläche in weisses, hartes Eisen verwandeln soll. — Diesen von der Gussform zu erfüllenden Bedingungen muss das Material zu der Form genügen, also dauerhaft in dem oben erwähnten Sinn, bildsam und schlecht wärmeleitend sein. Ferner darf sich das Material nicht an das Gusstück ansetzen und so anhaften, dass es gewaltsam weggebracht werden muss.

In Bezug auf die Dauerhaftigkeit der Formen unterscheidet man zwei Arten, a. verlorene: die nur einmal benutzt werden, b. gute, feste oder bleibende; die ersteren werden nach dem Guss zerstört, entweder weil sie unbrauchbar geworden sind durch die Hitze des eingegossenen Metalls oder weil die Entfernung derselben von dem Gusstücke ohne ihre Zerstörung mit grosser Unbequemlichkeit verbunden wäre. Die bleibenden Formen halten mehrere, mitunter sehr viele Güsse aus und sind demnach so einzurichten, dass sie vom Gusstück ohne Verletzung abgehoben werden können. Das Material zu den verlorenen Formen, welches in genügender Weise den oben aufgestellten Anforderungen und endlich auch noch der einer leichten und billigen Herbeischaffung entspricht, ist der Sand (Formsand, Sable, Sable à mouler, *Sand*, *Moulding sand*), in einzelnen Fällen auch Gyps. Durch einen mehr oder weniger grossen Thongehalt bekommt der Sand die Eigenschaft der Bildsamkeit, während seine grosse Feuerbeständigkeit und die Kohärenz seiner Theile die Dauerhaftigkeit, seine leicht durch Mahlen herbeizuführende Feinheit die Schärfe der Form sichert. Je nach der Grösse des Thongehalts ist die Bindekraft des Sandes verschieden, so dass bei sehr kleinem Thongehalt ein Feuchtsein der Form nothwendig wird, dahingegen bei einem grösseren Gehalt an Thon ein Trocknen, ja selbst ein Brennen der Form zulässig ist. Demnach unterscheidet man mageren Sand, der nur bei Anwesenheit von Feuchtigkeit die nöthige Bindekraft besitzt und dann grüner oder nasser Sand (Sable vert, s. maigre, *Green sand*) heisst, und fetten Sand oder Masse (Sable gras, *Loamy sand*, *Dry sand*), welcher getrocknet zum Giessen dient, und endlich Lehm (Terre à moulage, *Loam*), ein unreiner sandiger Thon, der scharf getrocknet (gebrannt) wird.

Die chemische Zusammensetzung des Formsandes bestimmt durchaus nicht immer, wie man vermuthen könnte, seine Brauchbarkeit (indem z. B. Sande von verschiedenem Thongehalt gleiche Plastizität haben können) sondern es ist namentlich seine physische Beschaffenheit von grossem Einfluss, da unter Anderem von Karmarsch nachgewiesen,[1]) dass unter sonst gleichen Verhältnissen derjenige Sand am bildsamsten ist, welcher die grösste Menge kleinster Theile enthält. Wenn man daher durch Mangel an Fundorten brauchbaren Formsandes denselben künstlich zusammensetzen will, so kann man wohl die Analyse als Anhaltspunkt, aber nicht als ein Rezept gebrauchen, sondern ist gezwungen, durch Versuche mit verschiedenen Mischungen aus Quarzsand, fettem, kalkfreiem Thon und rothem Ocker (Eisenoxyd) eine passende Zusammensetzung zu ermitteln.

---

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver. 1862. S. 210. — Deutsche Ind.-Zeit. 1871. S. 114. — Polyt. Centr. 1871. S. 564. — Kerpely, Fortschritte. 1869. S. 111.

Als Anhaltspunkte mögen hier einige Resultate von Untersuchungen zusammengestellt werden, welche zum Theil auf chemischem, zum Theil auf mechanischem Wege (Schlämmanalyse) mit guten Formsanden angestellt sind:

	A. Magere Sande.			B. Fette Sande.		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Chemische Analyse.						
Kieselsäure	86,68	87,6	90,25	87,46	82,0	92,21
Thonerde	9,23	7,7	4,1	3,70	7,0	4,
Eisenoxyd	3,42	3,6	5,51	8,00	11,0	3,26
Kalk	0,69	0,96	0,23	0,84	0,0	0,53
	100,02	99,86	100,09	100,00	100,0	100,0
Mechanische Analyse.						
Grobe Theile	92,6	91	85,0	34,6	82,0	46,6
Mittelfeine Theile	7,4	1,5	2,5	34,6	0,8	38,0
Feine Theile	.	7,5	12,5	30,8	17,2	15,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Der Lehm, welcher zur Formerei verwendet wird, ist sehr verschieden zusammengesetzt, da sein Sand- und Thongehalt nicht nur sehr variirt, sondern weil auch manche andere Beimengungen, namentlich Eisenoxyd und organische Stoffe in sehr wechselnden Mengen darin vorkommen. Der Lehm wird daher fast immer erst durch Mischung mit anderen Substanzen zur Formerei vorbereitet, wie weiter unten erklärt werden wird.

Das Material zu bleibenden Formen ist entweder ein Metall, eine Legirung, Stein (Sandstein, Serpentin, Schiefer) oder auch Gyps. In einzelnen seltenen Fällen Holz, Pappe, Papier, selbst Gewebe.

Bei der Anfertigung der Giessform sind, ausser den je nach der Art des Gusstückes verschiedenen nothwendigen Rücksichten auf die Genauigkeit in der Ausführung derselben, noch besondere auf das Verhalten des geschmolzenen Metalls in der Form und zu derselben zu nehmen.

In der Regel soll das Gusstück eine bestimmte Grösse, genau vorgeschriebene Dimensionen, haben. Da nun aber die Wärme dieselben verändert, so wird im Allgemeinen das flüssige Metall in der Form ein anderes Volumen einnehmen, als das festgewordene, und demnach die Grösse der Form verschieden sein von der Grösse des Gusstücks. Die Erfahrung lehrt, dass sämmtliche zur Giesserei verwendeten Metalle und Legirungen in geschmolzenem Zustande ein grösseres Volumen einnehmen, als nach dem Erkalten. Dieses Kleinerwerden (Schwinden, Retraite, *Shrinking*, *Contraction*) setzt sich aus zwei Vorgängen zusammen: aus der Volumveränderung beim Erstarren und derjenigen während des Abkühlens. Die erstere ist bei Gusseisen und Zink eine Vergrösserung, bei den anderen Metallen eine Verkleinerung. Bei Gusseisen und Zink ist aber die Vergrösserung im Moment des Erstarrens so gering, dass durch die Verkleinerung beim Abkühlen trotzdem, wie bei den anderen Metallen, eine bleibende Verkleinerung entsteht. Der Betrag der letzteren heisst das Schwindmass und ist nicht nur bei verschiedenen Metallen, sondern selbst bei ein und demselben Metall oft verschieden. Als für die Berücksichtigung genügend kann man folgende Tabelle für das Mass der linearen Zusammenziehung benutzen.

Gusseisen, weisses	$\frac{1}{98}$	bis	$\frac{1}{96}$	durchschnittlich	$\frac{1}{97}$.
« graues	$\frac{1}{97}$	«	$\frac{1}{95}$		
Zink	$\frac{1}{97}$	«	$\frac{1}{65}$	«	$\frac{1}{80}$.
Zinn	$\frac{1}{173}$	«	$\frac{1}{120}$	«	$\frac{1}{147}$.
Blei	$\frac{1}{104}$	«	$\frac{1}{86}$	«	$\frac{1}{92}$.
Messing	$\frac{1}{80}$	«	$\frac{1}{50}$	«	$\frac{1}{65}$.
Bronze zu Glocken	—	«	—	«	$\frac{1}{63}$.
« « Statuen	$\frac{1}{170}$	«	$\frac{1}{72}$	«	$\frac{1}{120}$.
« « Kanonen	—	«	—	«	$\frac{1}{130}$.

Nach diesem Massverhältniss müssen demnach die Gussformen grösser sein, als das fertige Gusstück.

Da die absolute Grösse des Schwindens abhängt von den Dimensionen des Gussstücks und diese mitunter sehr ungleich vertheilt sind, so kann leicht das Schwinden an einzelnen Theilen des Gusstücks ein Zerreissen veranlassen, dem man jedoch durch besondere Anordnung, Massenvertheilung u. s. w. entgegenwirken kann. Das Abreissen tritt übrigens noch häufiger ein in Folge davon, dass ungleiche Massen nicht gleichzeitig erstarren, und die bereits festgewordenen Theile dann von den später erstarrenden durch die Zusammenziehung dieser eine über die Elastizitätsgrenze gehende Anspannung erfahren. Z. B. Bei einem Zahn- oder Schwungrade, einer Riemenscheibe u. dergl. erstarren erst die dünneren Speichen, dann die Nabe und der Kranz; dadurch wird der radiale Abstand zwischen Nabe und Kranz grösser und die Speichen müssen sich um diesen Abstand verlängern, wobei sie dann leicht reissen, wenn sie gradlinig sind; macht man sie aber krumm, so strecken sie sich in der Regel genügend und zerreissen nicht — Die ungleichmässige Abkühlung bewirkt ausserdem bisweilen eine Gestaltveränderung durch Krummwerden einzelner Theile (Werfen, Ziehen, Se déjeter, *Distort*) oder auch die Bildung von Höhlungen im Innern oder Einsenkungen an der Oberfläche (Saugen, Tassement, *Sucking*), indem die zuerst und zu schnell erstarrten Theile die flüssigen nach sich ziehen. Es ist daher bei der Bildung der Form darauf zu sehen, dass alle Theile möglichst gleichmässig abkühlend wirken, wenn nicht besonders das Gegentheil verlangt wird. —

Die Formerei zerfällt der oben gemachten Auseinandersetzungen gemäss in zwei Hauptgruppen: in die Bildung der verlorenen Formen und in die Bildung bleibender Formen.

A. Verlorene Formen. (Moule perdu, *Dead mould.*)

Die verlorenen Formen werden entweder hergestellt aus magerem Sande oder aus fettem Sande oder aus Lehm (Gyps nur ausnahmsweise) weshalb diese Formerei wieder eingetheilt werden kann

in Sandformerei (Moulage en sable maigre, *Green sand moulding*),
in Masseformerei (Moulage en sable gras, *Dry sand moulding*),
in Lehmformerei (Moulage en terre, *Loam moulding*).

1. **Die Sandformerei.** Die Formerei in (magerem) Sande hat ausser der Billigkeit und Zweckmässigkeit des Materials noch den Vorzug der grossen Schnelligkeit, indem die Form hierbei am schnellsten angefertigt und sofort, d. h. ohne zu trocknen, zum Guss benutzt wird; sie ist daher die verbreiteste Art der Formerei. Der Sand bedarf zu dieser Verwendung einer Vorbereitung, welche im Feinmachen, Mischen und Anfeuchten besteht. Das Feinmachen geschieht, nachdem der Sand getrocknet ist,

auf Mühlen mit Rollsteinen (Kollergang) oder anderen zweckmässig erscheinenden Mahlvorrichtungen [1]) bis zu einem Grade, welcher der Beschaffenheit des Sandes und der Gusstücke entspricht. Durch Sieben auf Handsieben oder Siebvorrichtungen, die denjenigen der Mehlmahlmühlen ähnlich sind, wird ein Sortiren nach der Feinheit bewirkt. Da durch den Gebrauch der Sand nach und nach seine Bildsamkeit verliert, so muss gebrauchter Sand von Zeit zu Zeit mit frischem Sand vermischt werden. Zur Erhöhung der Porosität und Verminderung der Wärmeleitungsfähigkeit erhält der Sand ferner Zusätze, namentlich von Holzkohlen- oder Kokespulver, mit denen derselbe innig vermengt werden muss. Dies Mischen geschieht in der Regel durch Umwerfen mit Schaufeln, Durchharken, Sieben etc., seltener durch besondere Mischmaschinen. Schliesslich wird der Sand angefeuchtet und ist nun zum Formen bereit.

Zur Prüfung des zubereiteten Sandes, sowohl auf seine Bildsamkeit, als auch Feinheit und Festigkeit, nimmt der Former eine Portion Sand und macht daraus zwischen den Händen einen runden Ballen: die Plastizität erkennt er dann beim Kneten, während die Ausbildung der kleinen Eindrücke der Handrunzeln etc. die Feinheit genügend erkennen lassen. Indem er dann den Sandball aus einer gewissen Höhe auf den Werktisch fallen lässt, geben ihm die entstandenen Risse, Klüfte u. s. w. oder das vollständige Unversehrtsein die nöthigen Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Haltbarkeit, darüber wie der Sand steht.

Die Bildung der Form wird nun entweder in einer mehr oder weniger dicken Formsandlage, welche den Boden (Heerd) der Giesshütte vor dem Schmelzofen bildet, oder in transportablen Gefässen (Kasten) vorgenommen, so dass man die Sandformerei in zwei Unterarten theilen kann, Heerdformerei und Kastenformerei.

In beiden Fällen bedarf man, mit seltener Ausnahme, einer getreuen Vorbildung des Gusstückes, eines sog. Modells (Modèle, *Pattern*). Die Anfertigung dieser Modelle bildet einen abgesonderten, sehr wesentlichen Theil der Giesserei, denn es hängt zum Theil von ihrer Beschaffenheit das Gelingen der Form ab. Vor allen Dingen muss das Modell nach dem Schwindmass, also in allen Dimensionen so viel grösser gearbeitet sein, als dem Schwinden des zu giessenden Metalls entspricht, zu welchem Zwecke man sich eines Schwindmasstabes (Règle de retraite, *Contraction rule*) bedient, der die Längen dem Schwindverhältniss nach vergrössert angibt. Damit dem Modell bei dem Ausnehmen aus dem Sande kein Sand anhaften bleibt, muss seine Oberfläche möglichst glatt und recht trocken sein. Das Modell darf ferner durch Werfen, Ziehen, Schwinden etc., weder eine Gestalt-, noch eine Grössenveränderung, auch bei längerem Aufbebewahren, nicht erleiden, damit sämmtliche Gusstücke möglichst gleich ausfallen. Das Material zu den Modellen ist entweder Holz oder Metall. Zu den Holzmodellen nimmt man am liebsten dichtes und harzreiches Holz (Kiefern, Erlen, Rosskastanien, Mahagoni), weil dieses am wenigsten Veränderungen unterworfen ist und sich leicht bearbeiten lässt, und schützt sie gegen athmosphärische Einflüsse durch einen Harzüberzug (Schellack oder ordinäres Siegellack in Alkohol aufgelöst), der zugleich die erforderliche Glätte hervorbringt. Um dabei dem Werfen des Holzes möglichst entgegen zu wirken, setzt man die Modelle gern aus einzelnen Holzstücken durch Zusammenleimen derart zusammen, dass die Richtung der Holzfaser so viel als möglich abwechselt, aber doch thunlichst mit der Hauptdimension zusammenfällt.

---

1) Polyt. Centr. 1858. S. 244. — Dingler's Journal, Bd. 146. S. 460. Bd. 177. S. 346.

Die Metallmodelle werden fast immer nach einem Holz-, Gyps- oder Wachs-Modell gegossen, mitunter aus Blech getrieben, gestanzt oder auf der Drehbank gedrückt, dann aufs Sauberste durch Feilen, Ziseliren etc. nachgearbeitet. Die für sich allein hergestellten Verzierungen, Namen, Zahlen etc. werden aufgenietet oder aufgeschraubt. Als Material verwendet man Eisen, Bronze, Messing, Zink, Blei (Hartblei). In solchen Fällen, wo sich an einem Gusstück einzelne Theile wiederholen (Zahnräder, Gitter etc.), wird oft ein Modelltheil wiederholt angewendet.

Bei nicht hohlen Gusstücken kann man annähernd, d. h. ohne Rücksicht auf das Schwinden, das absolute Gewicht G derselben vorher aus dem absoluten Gewicht M des Modells bestimmen, indem man dieses mit dem Quotient aus dem spez. Gewicht des Gussmaterials s dividirt durch das spez. Gewicht des Modellmaterials m, multiplizirt.

$$G = M \cdot \frac{s}{m}.$$

Mit Berücksichtigung des Schwindmasses ist:

$$G = M \frac{s}{m} \cdot \frac{(a - 1)}{a},$$

wenn a das Schwindungsverhältniss ausdrückt.

In untenstehender Tabelle sind, nach der letzten Formel berechnet, die Zahlen zusammengestellt, mit welchen man das Gewicht des Modells multipliziren muss, um das Gewicht des Gusstückes zu erhalten.

Wenn das Modell besteht aus:	Und der Abguss gemacht wird in				
	Guss-eisen.	Messing.	Rothguss, Bronze.	Glocken- oder Kanonen-metall.	Zink.
Fichten oder Tannen .	14,00	15,80	16,60	17,10	13,50
Eichenholz	9,00	10,10	10,40	10,90	8,60
Buchenholz	9,70	10,90	11,40	11,90	9,40
Lindenholz	13,40	15,10	15,60	16,30	12,90
Birnbaumholz	10,20	11,50	11,90	12,40	9,80
Birkenholz	10,60	11,90	12,30	12,90	10,20
Erlen- oder Ellernholz .	12,80	14,30	14,80	15,50	12,20
Mahagoniholz	11,70	13,20	13,60	14,20	11,20
Messing	0,84	0,95	0,99	1,00	0,81
Zink	1,00	1,13	1,17	1,22	0,96
Zinn mit $^1/_4$—$^1/_3$ Blei .	0,89	1,00	1,03	1,12	0,85
Blei oder Hartblei . .	0,64	0,72	0,74	0,78	0,61
Gusseisen	0,97	1,09	1,13	1,18	0,93

Selbstverständlich kann obige Tabelle in solchen Fällen keine Anwendung finden, wo das Modell einen vollen Körper mit Kernmarken besitzt, während das Gusstück entsprechende Hohlräume bekommen soll.

Das Modell wird beim Formen entweder in den Sand eingedrückt oder der Sand um das Modell herum gestampft. In beiden Fällen muss aber das Modell sich aus der Form wegnehmen (abheben) lassen, ohne diese zu verletzen. Dies setzt voraus, dass, wenn sich nicht das Modell schraubenartig herausdrehen lässt, die Projektion eines Querschnitts des Modells auf

eine Ebene, die normal steht zu der Richtung, in welcher das Ausheben stattfindet, niemals ausserhalb der Projektion irgend eines anderen beim Ausheben demselben vorangehenden Querschnittes fällt. Nach Fig. 94 muss demnach folgendes stattfinden:

$$a_5\,b_5 > a_4\,b_4 > a_3\,b_3 > a_2\,b_2 > a_1\,b_1.$$

Fig. 94 u. 95.

Dieselbe Bedingung gilt auch für das Abheben des Sandes vom Modell, wenn dieses an einer Seite Vertiefungen oder durchgehende Oeffnungen enthält. Modelle, welche der Natur des Gusstückes nach diese Eigenschaft besitzen, mögen der Einfacheit wegen **flache** genannt werden. Fig. 95, der Deckel eines Ventilgehäuses, stellt demnach ein flaches Modell dar.

Wenn das Gusstück aber so geformt ist, dass ein Aus- oder Abheben des Modells ohne Verletzung der Form durch Wegbrechen einzelner Theile bei keiner Lage desselben möglich ist, so ist man gezwungen, das Modell in Theile zu zerlegen, welche den Charakter der flachen Modelle besitzen. Modelle dieser Gattung sollen im Folgenden als **runde** bezeichnet werden. Die runden Modelle werden zunächst wie gewöhnliche Modelle im Ganzen angefertigt und nachher zerschnitten. Die richtige Wahl der Schnittfläche nach der Regel: das Modell in so viel und nicht mehr Theile zu zerlegen, als durchaus zum Ausheben nothwendig ist, erfordert viele Umsicht und Ueberlegung des Modelleurs. — Ein Sägenschnitt, zum Zerschneiden des aus dem Ganzen gearbeiteten Modells, entfernt jedoch aus dem Modellkörper Theile und ändert dadurch sowohl Form als Grösse des Modells; deshalb ist man häufig gezwungen, durch ein besonderes Verfahren bei der Herstellung der Modelle, solchen Aenderungen vorzubeugen. Dieses besteht darin, dass man vor der Vollendung des Modells die Theilung vornimmt und dann die Theile durch Leimen mit einem dazwischen gelegten Stück Papier wieder zusammenfügt. Nach Vollendung des Modells lassen sich dann die Theile leicht durch Spalten trennen, ohne dass eine Veränderung eintritt. — Um beim Zusammenstellen das Verschieben der einzelnen Theile gegeneinander zu verhindern und ihr Zusammenpassen zu erleichtern, werden kleine Dübbel in dem einen und Löcher in dem anderen Theile angebracht. Fig. 96 führt das Modell einer massiven Säule als Beispiel eines runden Modells mit dem Schnitt nach der Achse x y und den Dübbeln a b zum Zusammenpassen vor Augen.

Fig. 96.

Selbst bei den bestausgeführten Modellen ist es kaum zu erreichen, dieselben aus einem so lose zusammenhängenden Körper, wie der magere Sand ist, ohne Verletzung der Form herauszubringen, so dass mit dieser nachträglich fast immer noch kleine Reparaturen vorzunehmen sind (Ausfüllen ausgerissener Theile und Fortnehmen der in die Form gefallenen Sandtheile, schärfere Ausbildung von Ecken, Winkeln, Rundungen, Glattstreichen grösserer Flächen etc.), zu welchen der Former eine Auswahl Formwerkzeuge (Fig. 97—104) nöthig hat.

Streichbleche in Gestalt kleiner Kellen, theils aus Messing, Eisen oder Stahlblech angefertigt, mit Heft oder zwei mit einem Stiel verbunden, zum

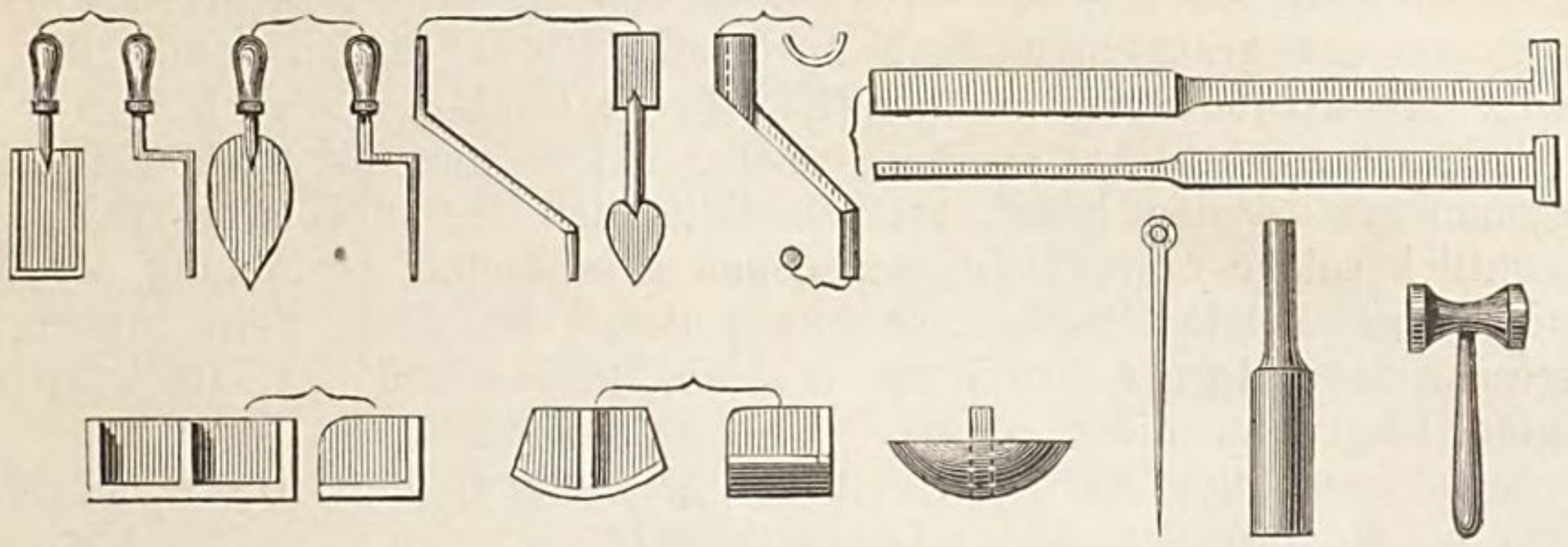


Fig. 97—107.

Glätten kleiner Flächen. Streichbretter aus Holz für grosse Flächen, namentlich beim Heerdguss; ferner winklich (Fig. 102), zylindrisch (Fig. 103), kugelförmig (Fig. 104). Spatel (Fig. 101) an dem einen Ende mit rechtwinkeligem Ansatz. Messerartige Werkzeuge zum Schneiden. Ferner gebraucht er Spiesse (Fig. 105) zum Abheben des Modells, zum Einstechen der Windpfeifen etc.

Ausserdem sind noch zum Feststampfen des Sandes erforderlich: Rollkugeln (die über den Sand hin und her gerollt werden), Stampfen, Keulen, Hämmer, letztere auch zum Lockern des Modells (Fig. 106 u. 107), Pinsel, Bürsten, Blasebalg, Nadeln zum Feststecken einzelner hervorragender Theile, die sonst leicht abbrechen würden.

a. Heerdformerei (Moulage à découvert). Bei dieser Art Formerei, die fast nur in der Eisengiesserei Anwendung findet, wird der aufgelockerte Boden der Giesshütte mit Formsand bis zu einer Höhe überschüttet, wie sie der Dicke der Gusstücke entspricht, gewöhnlich 0,02 bis 0,03 m., nachdem der Formsand mit $^1/_3$ Kohlenpulver (dem Mass nach) vermischt war, und sodann die Oberfläche der Sandschicht mit Hülfe der Setzwage und des Lineals gehörig horizontal geebnet. — Zum Einformen wird das Modell auf diese Sandschichte gelegt und durch Klopfen mit einem Hammer in denselben so eingedrückt, dass die Oberfläche ebenfalls horizontal liegt. Entweder kann das Modell so tief eingedrückt werden, dass es ganz im Sande liegt — wenn es dünn und gitterartig durchbrochen ist —, also das Wegdrängen von wenig Sand erfordert: dann wird dasselbe ausgehoben und nur noch eine etwa nothwendig gewordene Reparatur und ein Glätten der Form mit einem Streichbrettchen (Dammbrett) vorgenommen (ausgedämmt, avivé, *smoothed*). — Oder ist dahingegen der Modellkörper voluminös, wie bei Platten, dicken Stäben etc., so wird das Modell nur zum Theil in den Sand gedrückt und dann entweder der Sand bis zum obersten Rande des Modells aufgehäuft (aufgedämmt), oder das Modell wieder ausgehoben und nach den vom Modell hinterlassenen Spuren so viel Sand ausgegraben, dass genügende Vertiefungen entstehen, welche durch nochmaliges Einklopfen des Modells zur Form ausgebildet werden. — Durch das Aufdämmen und durch das Ausgraben wird eine Kompression des Sandes, die bei gewaltsamem Eintreiben des Modells entsteht, vermieden, was durchaus nothwendig ist, weil beim Eingiessen des Metalls Wasserdampf und durch Zersetzung des Wasserdampfs Wasserstoff-, sowie durch Verbrennen der Kohle Kohlenoxydgas gebildet wird, das zum Theil durch die Poren der lockeren Sandmasse entweichen muss, wenn nicht Explosionen

erfolgen sollen; an tieferen Stellen wird erforderlichen Falls von aussen noch mit Spiessen eingestochen, um besondere Luftkanäle (Windpfeifen, Évent, *Air tube, Air hole*) zu schaffen. — Von einer oder mehreren Stellen der Form aus gräbt man dann noch eine Rinne in den Sand, die das flüssige Metall der Form zuführt (Einguss, Coulée, *Runner*).

Diese einfachste Art des Einformens, welche nur mit flachen Modellen vorgenommen werden kann, ist ausschliesslich für ordinaire Gusstücke, namentlich solche anwendbar, bei denen es auf eine Ausbildung der dem Sande abgewendeten Seite nicht ankommt. Ist diese Seite unbedeckt (offener Heerdguss), so wird sie rauh, uneben und namentlich an den Kanten rund und nicht scharf. Soll aber auch diese obere Seite entsprechend ausgebildet werden, so ist man gezwungen, die Form zu bedecken, wodurch der bedeckte Heerdguss entsteht, der sich auch zum Abgiessen runder Modelle eignet, wenn die Decke (gewöhnlich eine mit Lehm bestrichene Eisenplatte, selten ein mit Sand gefüllter Rahmen) den oberen Theil der Form besitzt. — Hat das Gusstück Vertiefungen oder so kleine Löcher, dass der dazu in der Form stehende Sand beim Abheben des Modells oder beim Eingiessen das Metall abzubrechen befürchten muss, so bildet man diese Sandtheile (Kernstücke) aus fettem Sande oder aus Eisenstiften, die des Ablösens wegen mit Lehm überzogen werden müssen, und legt sie in die Form. Eine Erhöhung am Modell, die sich in den Sand eindrückt, zeichnet die Stelle, wo der Kern hinzubringen (Kernmarke) ist. Solche Kernstücke werden mitunter auch schwebend durch Aufspiessen auf eine Stange oder mit den Enden auf den Rändern der Form liegend (Leisteisen) zur Bildung von Vertiefungen, namentlich Nuthen, Falzen auf der oberen Seite des Gusstücks bei offenem Herdguss angebracht. Einige Beispiele mögen das Verständniss der Heerdformerei erleichtern.

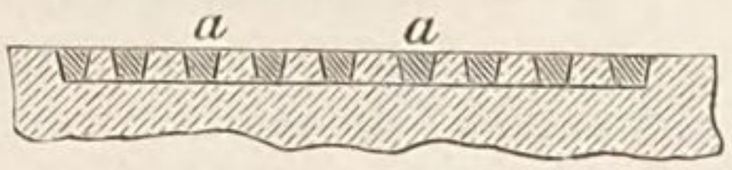


Fig. 108.

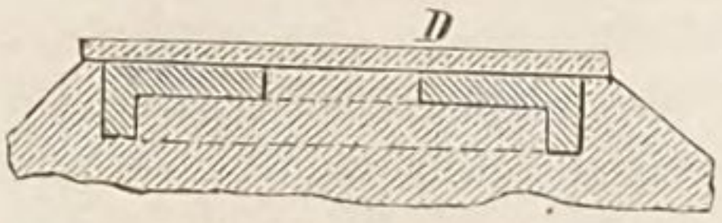


Fig. 109.

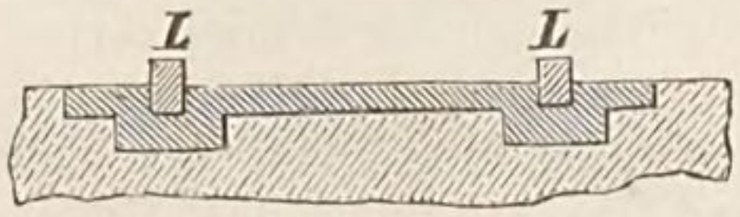


Fig. 110.

In Fig. 108 ist die gewöhnliche Methode zum Einformen rost- oder gitterartiger Modelle dargestellt. Das Modell besteht entweder aus einem Stabe vom Querschnitt a oder mehreren solchen Stäben, die je nach Bedürfniss wiederholt neben einander eingedrückt werden (bei Gittern etc.) oder es gleicht ganz dem Gusstück (bei Ofenrosten u. dergl.).

Ein Beispiel von bedecktem Heerdguss und angedämmter Form zeigt Fig. 109, wobei zugleich zu erkennen ist, dass die Oeffnung in der Mitte des Gusstücks keine weitere Behandlung fordert.

Fig. 110 führt eine Platte vor Augen, die als offener Heerdguss gebildet werden soll, und bei der Leisteisen L querüberlaufende Nuthen aussparen.

b) Kastenformerei (Moulage en châssis, *Flask-moulding*). Die Heerdformerei bietet namentlich den Vortheil, dass man ausser dem Heerde besonderer Vorrichtungen zur Aufnahme der Form nicht bedarf; diesem gegenüber aber so entschiedene Nachtheile und Unbequemlichkeiten, dass ihre Benutzung gegen die Kastenformerei zur Ausnahme wird. Die beim Einformen erforderliche gebückte Stellung des Arbeiters, oft weit entfernt vom Tageslicht, macht die nöthigen Handgriffe unbequem und unsicher.

Die zwischen den Formen herlaufenden Zwischenräume (Wege), die so schmal als möglich gemacht werden, erschweren den Formern sowohl als den Giessern die Bewegung, und haben oft Verletzung und Zerstörung der Formen zur Folge. Das Eindrücken des Modells in den Sand zieht unvermeidlich eine Verdichtung der Formoberfläche nach sich und erheischt ein oft wiederholtes, also zeitraubendes Ausnehmen und Einlegen des Modells. Die horizontale Lage lässt das Metall nur langsam fliessen, da zur Vermehrung des Druckes sog. Gusszapfen nicht angebracht werden können, weshalb der Guss in der Regel sehr heiss (hitzig) erfolgen muss. — Bei dem Formen in transportabelen Gefässen dahingegen kann der Former an bequem hohen Arbeitstischen vor den Fenstern der Hütte stehend oder sitzend die Form mit Sicherheit vollenden. Das Verfahren selbst lässt eine Kompression der Sandoberfläche, weil der Sand auf das Modell gedrückt, viel besser vermeiden, fordert kein wiederholtes Einlegen des Modells und geht daher viel schneller von statten. Endlich ist man bei der Kastenformerei fast unbeschränkt in der Mannigfaltigkeit der Gestalten der Gusstücke, da man nicht an ungeschnittene oder höchstens (bei der verdeckten Heerdformerei) an einmal zerschnittene Modelle gebunden ist.

Das Gefäss, in dem die Sandform hergestellt wird, ist der Formkasten (Flasche, Lade, Châssis, *Flask, Box*).[1]) Im Allgemeinen muss die Einrichtung desselben für Gusstücke getroffen werden, welche an allen Seiten bestimmt ausgeprägte, scharfe Grenzen haben sollen. Der gewöhnlich viereckige Formkasten besteht daher selbst bei einfachen flachen Gegenständen aus zwei Theilen (Unter- und Oberkasten, Châssis inférieur, *Lower box, Bottom flask, Drag*, Châssis supérieur, Contre-châssis, *Top box*), die aufeinandergesetzt werden (zweitheilig), häufig bei weniger einfachen Gegenständen aus drei (Unter-, Mittel- und Ober-), vier und mehr Theilen (drei-, vier- und mehrtheilig). Damit der Sand auf das Modell gedrückt werden kann, dürfen die Kasten keine festen Böden haben: sie sind demnach eigentlich nur oben und unten offene Rahmen, welche durch aufgelegte fliegende Deckel (Formbretter, Planche à mouler, Planche de fond, *Moulding bord*) zeitweilig geschlossen werden.

Da eine Verschiebung der Kastentheile gegen einander leicht eine Verletzung der Form und ein ungenaues Zusammenpassen einzelner Formtheile zur Folge hat, so müssen dieselben so eingerichtet werden, dass sie aufeinandergelegt in unveränderlicher Lage bleiben.

Dies geschieht durch zweckmässig, gewöhnlich ausserhalb angebrachte Zapfen mit Löchern oder Leisten, durch drehbare Haken und Ringe, Vorreiber, mitunter sogar durch Schraubzwingen u. s. w. — Der Sand darf auch dann nicht aus dem Rahmen herausfallen, wenn das Formbrett weggenommen wird; desshalb müssen die Formkasten selbst zum Tragen der Sandform dienen. Sind sie klein, so genügt es, zu diesem Zweck ihre innere Seite mit vorspringenden Rippen (Sandleisten, *Stays*) zu versehen oder sie auszuhöhlen, sind sie grösser, so erhalten sie durch den Sand gehende Leisten, die entweder auf die Sandleisten gehängt werden (Hängeisen, Gehänge, Barre, *Gaggers*) oder zellenförmig durch den Kasten vertheilt (Fig. 111, s. S. 94) und daran fest sitzen, Querrippen, gefächerte Kasten). Das Metall wird in der Regel durch die Seitenwand (also oben in den auf der Seite stehenden Kasten) eingehoben, so dass

---

1) Zeitschr. des österr. Ing.-Vereins 1869. S. 248. — Polyt. Centr. 1871. S. 1075. 1873. S. 501.

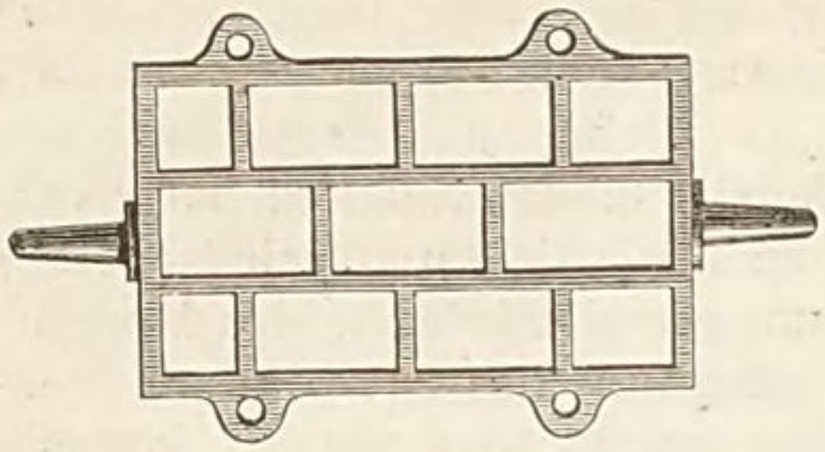


Fig. 111.

es sich vertikal verbreitet, weil dadurch das Gewicht für die Ausfüllung der Form besser zur Wirkung kommt; in der Wand der Formkasten befindet sich dann eine Oeffnung, welche durch einen Kanal (Einguss, Giessloch, Jet, *Git, Runner Tedge*) mit der Form in Verbindung steht, ausserdem sind oft noch kleine Löcher vorhanden, welche die etwa nothwendigen Windkanäle aufnehmen. Alle diese Oeffnungen liegen am zweckmässigsten an den Berührungspunkten zweier Kastentheile.

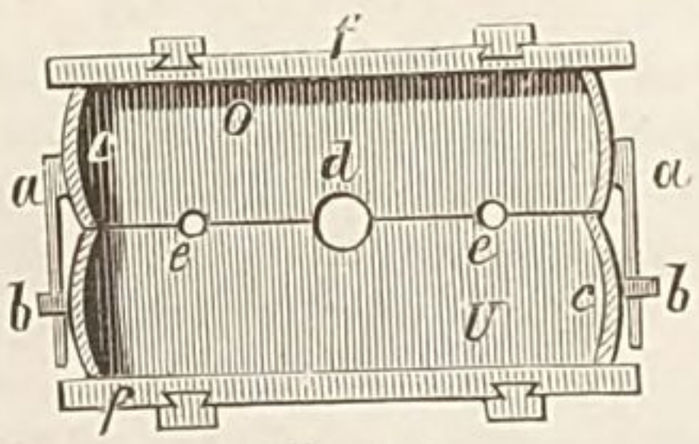


Fig. 112.

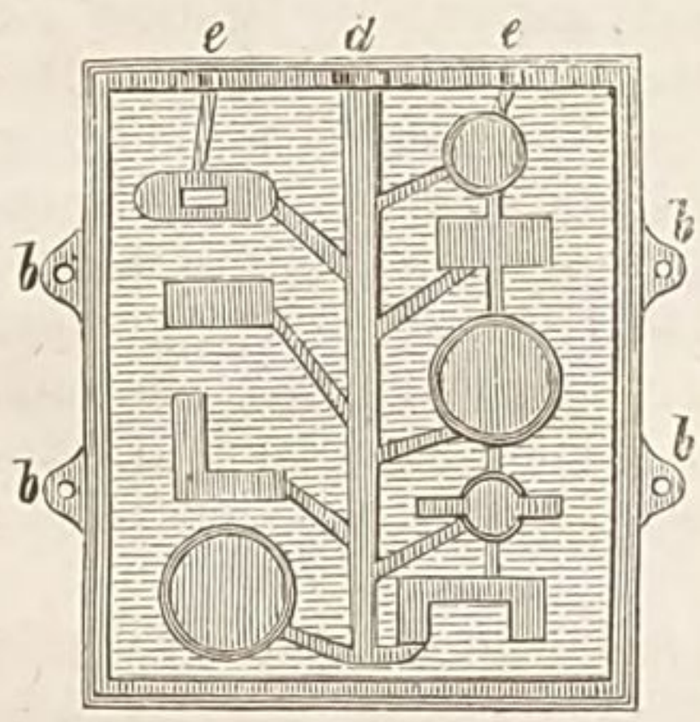


Fig. 113.

Ein gewöhnlicher, zweitheiliger, eiserner Formkasten ist in Fig. 112 (im Durchschnitt) und in Fig. 113 so dargestellt, dass man auf den Unterkasten sieht. In a a sind die Zapfen zu erkennen, die am Oberkasten O festsitzen und in die Oesen b b des Unterkastens U eintreten. Die Wände c c sind nach Innen konkav zum Tragen des Sandes und bei d und e mit kleinen halbrunden Einschnitten versehen, wovon je zwei sich zu runden Löchern vereinigen, wenn beide Kasten aufeinander gesetzt werden: d bildet dann den Einguss, e die Oeffnungen für die Windpfeifen. Die Formbretter mit den eingeschobenen Leisten sind mit f f bezeichnet.

In Fig. 114 ist ein viertheiliger Formkasten aus Holz vor Augen geführt. Der Oberkasten O und der Unterkasten U sind im Durchschnitt gezeichnet, wodurch die Sandleisten sichtbar werden. Zugleich erkennt man in a a die Holzleisten zum Verhindern der Verschiebung, welche durch die sechs Oesen b hindurch gesteckt werden. Der Mittelkasten M ist noch einmal quer durchschnitten, wodurch der ursprünglich dreitheilige Kasten viertheilig wird. Die beiden Hälften werden dann durch Haken und Ringe bei h zusammengehalten.

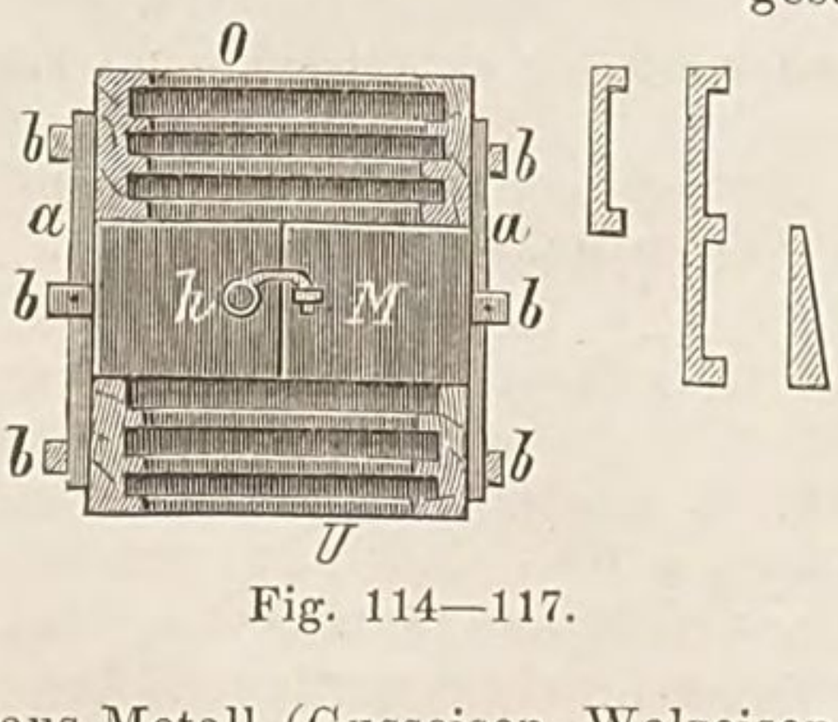


Fig. 114—117.

Verschiedene Querschnitte von Formkasten sind noch in Fig. 115—117 gezeichnet, wovon 115 und 116 als Beispiele für Walzeisen, Fig. 117 für Gusseisen dienen können.

Die Formkasten werden entweder aus Metall (Gusseisen, Walzeisen, selten Messing) hergestellt, oder aus Holz, das durch eingeschobene Leisten etc. gegen Werfen möglichst geschützt wird. — Die Grösse der Formkasten richtet sich nach der Grösse des Gusstückes, wobei zu bemerken, dass zur besseren Ausbeutung des Sandes sehr oft mehrere Formen in einen Kasten kommen (Fig. 113). Mitunter werden die Formkasten so eingerichtet, dass man sie durch Einschalten oder Fortnehmen einzelner Theile grösser oder kleiner machen kann. Sehr

grosse Formkasten sind ausserdem noch mit Hängen oder sonstigen Vorsprüngen zum Einhaken in Ketten versehen, um mittelst eines Krahns etc. transportirt werden zu können.

Bei der Grösse der Formkasten ist namentlich auf die Dicke der Sandschicht Rücksicht zu nehmen, die zwischen Modell und Kasten sich befindet oder auf das Massenverhältniss zwischen Sand und Gusstück, welches sehr verschieden ist nach der Grösse des Gusstücks, so dass bei grossen Gusstücken relativ weniger Sand zum Formen gebraucht wird als bei kleinen, und welches sich hauptsächlich nach den Abkühlungsverhältnissen richten muss, indem dünne Schichten eine schnellere Wärmeentziehung veranlassen, als starke. Im Allgemeinen kann man etwa 0,04 m als Sandstärke an den dünnsten Stellen annehmen und das Volumverhältniss von $\frac{\text{Sand}}{\text{Gusstück}} = \frac{1}{2}$ bis 30 wechseln lassen. Für Gusstücke von besonderer Form und Grösse und bei Massenproduktion bedient man sich zweckmässig Formkasten, welche der Gestalt und Grösse derselben insoweit entsprechen, als die Sandschicht fast überall gleiche Dicke erhält, wodurch Formmaterial und Arbeit gespart wird (Kanonenkugel: runde Formkasten; Röhren: Zylinderförmige Kasten). Der Formsand für die Kastenformerei ist in der Regel feiner als der für die Heerdformerei und wird entweder gar nicht oder sehr wenig mit Kohlenstaub versetzt, um die Bindkraft des Sandes nicht zu vermindern. Bei Eisenguss genügt 1 Mass Kohlenstaub auf 15—17 Mass Sand, bei Messing und Zink nimmt man mehr, oft 1 Mass Kohlenstaub auf 4 bis 3 Mass Sand.

Das Einformen selbst wird auf dem sogenannten Formtisch vorgenommen, der zweckmässig drehbar eingerichtet ist (Rolltisch), damit der Former durch Drehung desselben, ohne seinen Platz zu verändern, zu jedem Theile des Formkastens gelangen kann; in einzelnen Fällen geschieht dasselbe mit Maschinen.[1]) Nur bei sehr grossen Formen wird auch wohl das Formen auf der Hüttensohle vorgenommen, um den unbequemen und für die Form oft gefährlichen Transport zu vermeiden.

Auf dem Formtisch hat der Former ein ausreichendes Quantum Sand, seine Hülfswerkzeuge u. s. w. neben sich liegen, so dass er, mit dem Gesicht dem Fenster zugekehrt, möglichst bequem, gewöhnlich stehend, arbeiten kann.

Die sämmtlichen Gusstücke der Kastenformerei kann man analog den Modellen (S. 90) in zwei Kategorien bringen, in flache und runde, und die letzten weiter zerlegen in massive und hohle. Von diesen fordern die flachen die einfachste, die hohlen die komplizirteste Behandlung, wie aus folgender Darstellung hervorgeht.

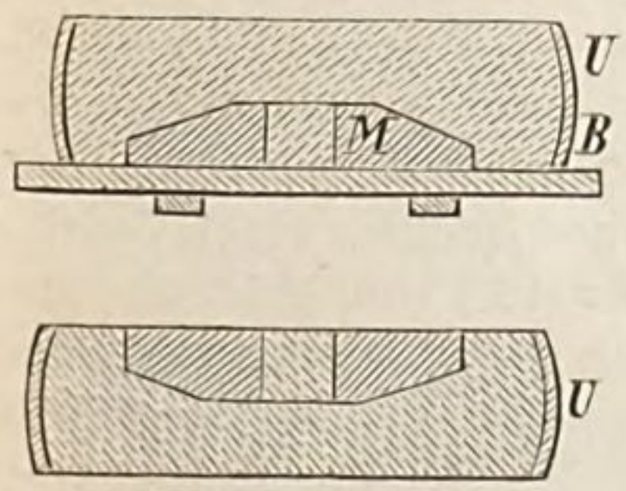


Fig. 118 u. 119.

α) Flache Gegenstände. Das einzuformende Modell M wird mit der flachen Seite auf das Formbrett B gelegt (Fig. 118), das mit seinen Leisten auf dem Formtisch liegt, der eine Kastentheil U darüber gestellt, und nun Sand eingefüllt mit der Vorsicht, dass das Modell überall fest und ohne Lücken mit Sand bedeckt wird, der Sand mit einer Keule (S. 91) angeschlagen oder mit einer schweren darüber hin- und herrollenden Kugel, selten durch Pressen, angedrückt

1) Zeitschr. Deutsch. Ingen. 1865. S. 682. — Polyt. Centr. 1844. S. 999; 1866. S. 975; 1869. S. 1003, 1265, 1432; 1871. S. 821, 150.

und endlich die obere Sandkante mit einem Lineal abgestrichen. Sodann legt man ein zweites Formbrett auf die obere Sandfläche, dreht das Ganze so um, dass nunmehr B oben zu liegen kommt und nimmt B ab (Fig. 119). Darauf wird der zweite Theil O (Fig. 120) des Kastens aufgesetzt und desgleichen mit Sand vollgestampft, wodurch also das Modell vollständig in den Sand eingebettet wird. Nachdem dies geschehen, entfernt man den Oberkasten O und hebt das Modell aus dem Sande des Unterkastens, schneidet die Wind- und Einguss-Rinnen ein, setzt den Oberkasten wieder auf und legt das Formbrett darüber, wo nun die Form zum Guss fertig ist. — Bei dieser Manipulation ist es vor allen Dingen nothwendig, dass die Sandtheile in U und O sich ohne Verletzung von einander trennen, was nur durch die Zwischenlage einer Substanz erreicht werden kann, welche die Adhäsion verhindert. Als solche Substanz hat sich am zweckmässigsten Ziegelmehl und trockener Sand (Scheidesand, Pudersand, Sable brûlé, *Parting sand*) bewährt, der aus einem Gazebeutel aufgestaubt wird (Pudern, Saupoudrer, *Dust*); auch wird die Form inwendig, als letzte Arbeit, mit feinem Kohlenstaub geschwärzt (Noircir, *Smoke*), um das Anhaften des Sandes an dem Gusstück und die Oxydation zu vermeiden; auch Asche, Stärkemehl etc. wird zum Pudern benutzt.

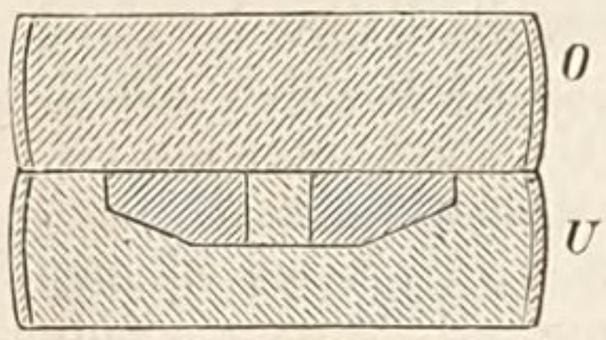


Fig. 120.

Sehr oft tritt der Fall ein, dass man mehrere Modelle gleichzeitig in einem Kasten einformt, um Sand und Arbeit zu sparen, dann genügt es, einen Haupt-Einguss mit einer Haupt-Rinne (Chenal principal, *Ridge*) herzustellen und davon nach den einzelnen Formen Abzweigungen zu machen. Diese sind nach der Regel anzulegen, dass sich die Formen nach einander und ohne Unterbrechung des Metallstromes füllen, was im Allgemeinen dadurch zu erreichen ist, dass die Abzweigungen von dem Hauptkanal nicht nach abwärts, sondern nach aufwärts gerichtet werden, wie Fig. 113 S. 94 zeigt. — Um das Ausschneiden der Gussrinne und Windpfeifen aus dem Sand zu ersparen, wird häufig ein keilförmiges Modell (*Runner*, *Stik*) hierzu mit eingeformt, oder für die Entfernung der Luft etc. mit Spiessen in der Nähe der Form in den Sand gestochen.

Diese Art des Einformens erleidet eine kaum nennenswerthe Modifikation, wenn die flachen Stücke auf einer oder beiden Seiten flach vertieft, oder durchbrochen sind, so dass z. B. Zahnräder, (Stirn- und Kegelräder) Riemscheiben mit Durchbrechungen zwischen den Speichen und in der Nabe (die, wenn sie später abgedreht werden, als flache Gegenstände einzuformen sind), nur dass die Trennungsfläche des Sandes bei ovalen und Speichen mit Mittelrippen innerhalb des Radkranzes durch die Mitte der Speichen gehen muss.

Fig. 121.

In Fig. 121 (Querschnitt eines Deckels eines Ventilgehäuses) sowie in Fig. 122 bis 126 sind Querschnitte dargestellt, die ebenso gut wie die in Fig. 108 bis 110 und 95 S. 90 gezeichneten Gegenstände, den ausgeprägten Charakter der flachen Gusstücke besitzen.

Fig. 122—126.

β. Runde Gegenstände. Das Einformen runder Gegenstände setzt in der Regel zerschnittene Modelle voraus, wie S. 90 näher erklärt wurde. Ist das Gusstück dann derart, dass, wenn man nach der Methode des Einformens flacher Gegenstände die einzelnen Modelltheile in besonderen Kastentheilen abformt, durch einfaches Zusammenstellen der Kastentheile eine gussfertige Form entsteht, so kann man es zweckmässig massiv nennen; wenn dagegen an den Gusstücken solche Vertiefungen oder Höhlungen vorkommen, dass man zu besonderen Hülfsmitteln greifen muss, um in den Formen den Vertiefungen oder Höhlungen entsprechende Theile zu bilden, so nennt man sie passend hohl. Eine strenge Grenze findet übrigens schon deshalb zwischen Massiv und Hohl nicht Statt, weil es Gusstücke giebt, die je nach der Geschicklichkeit des Formers massiv oder hohl geformt werden können.

1. Massivrunde Gusstücke. — Von dem zerschnittenen Modell wird ein Theil mit der Schnittfläche auf das Formbrett gelegt, der dazu gehörige Kastentheil darüber gesetzt und mit Sand gefüllt, wie unter a näher beschrieben ist. Darauf wird dieser Kastentheil mit dem darinliegenden Modelltheil umgekehrt, und auf das im Sande liegende Modellstück das sich daranschliessende gelegt; auf den ersten Kastentheil der zweite gesetzt und ebenfalls mit Sand gefüllt und diese Manipulation so oft wiederholt, bis alle Modelltheile eingeformt sind. Die Kastentheile werden sodann in umgekehrter Folge auseinandergenommen, und nachdem die Modellstücke ausgehoben, endlich wieder zum Guss zusammengesetzt. — Man sieht hieraus, dass die Zahl der Kastentheile mindestens gleich ist der Zahl der Modelltheile, so dass man bei komplizirten Gestalten, wie z. B. beim Guss von Statuen, Figuren, komplizirten Maschinentheilen u. dergl. oft zu einer grossen Zahl von Kastentheilen kommen würde, die zum Theil sehr geringe Dimensionen erhalten müssten. Man sucht dies so weit zu vermeiden, dass die Zahl der Formkastentheile gewöhnlich nur zwei und höchst selten mehr als fünf beträgt, während die Zahl der Form- oder Modelltheile oft nach hunderten gezählt werden kann. Dieses für die Formerei so höchst fruchtbare Verfahren besteht darin, dass man von einzelnen Theilen des Modells besondere Abdrücke macht, und diese Abdrücke an den entsprechenden Stellen der Form einschaltet. Diese Abdrücke, welche also einzelne Formtheile ersetzen, heissen falsche Kerne oder Kernstücke (Pièce de rapport, *False core*), und werden der grösseren Haltbarkeit wegen gewöhnlich aus fettem Sande oder Lehm, mitunter, je nach der Geschicklichkeit des Arbeiters, auch aus magerem Sande angefertigt. — Bei dem Zusammensetzen der einzelnen Formtheile ist es kaum zu hindern, dass die scharfkantigen Ränder etwas verletzt, also abgerundet werden. Hierdurch entsteht auf der Oberfläche des Gusstückes eine linienartige Erhöhung (die Gussnath, Bavure, Couture, *Seam*, *Fash*) als Verunstaltung, die später wegzuarbeiten ist, wenn sie nicht an einer Stelle des Gusstücks liegt, wo ihre Anwesenheit entweder kaum bemerkt wird, oder für den Gebrauch unschädlich ist (z. B. an scharfen Kanten). Der Former hat demnach nebenbei auf diesen Punkt mit Rücksicht zu nehmen.

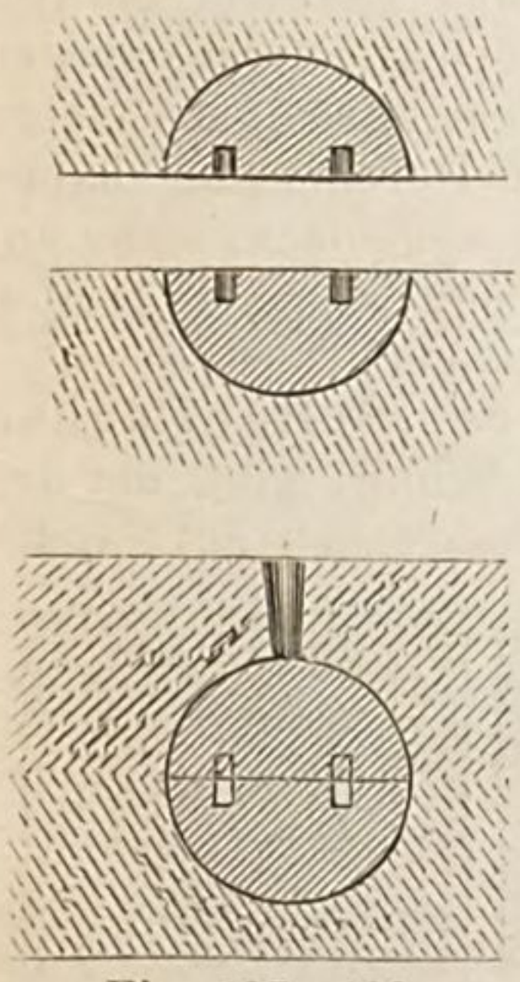


Fig. 127—129.

Einige Beispiele mögen das Vorstehende des Näheren erläutern.

Eine Kugel wird mit einem Modell eingeformt, das aus zwei Theilen (Kugelhälften) besteht. Die eine Hälfte legt man mit der Schnittfläche auf das Formbrett (Fig. 127), setzt den Unterkasten auf, füllt Sand ein, kehrt um (Fig. 128), legt die zweite Modellhälfte auf die erste, den Oberkasten auf den Unterkasten, und füllt auch diesen mit Sand, nachdem man zuvor ein Eingussmodell eingelegt hat, das sich nach oben oder seitlich aus dem Sande herausziehen lässt (Fig. 129). — Dieses Verfahren gilt für alle massive Rotationskörper, sofern ihre Endflächen zur Achse rechtwinklig abgeschnitten sind oder nach auswärts treten: Zylinder, Kegel, Paraboloide, Leuchterschäfte, Walzen etc. Ferner für alle prismatische und pyramidale Körper mit ebenen Begränzungsflächen (Fig. 130 bis 135), wenn

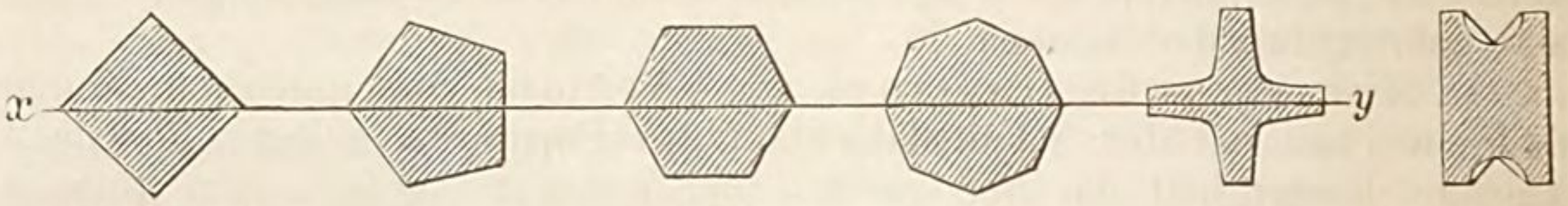


Fig. 130. 131. 132. 133. 134. 135.

die Querschnittsfigur keine einspringende Winkel hat, ohne Rücksicht darauf, ob die Achse gradlinig oder beliebig gebogen ist. (Ringe, Ringelwalzen, Gestelltheile, Gitter.) — Bei den Rotationskörpern geht die Schnittfläche durch die Achse, bei den prismatischen und pyramidalen Körpern durch zwei passende Kanten, oder eine Kante und eine Fläche (Fig. 131), nach der Linie x y.

Auch gilt dasselbe Verfahren bei Gusstücken, die aus Rotationskörpern und ebenflächigen, pyramidalen oder prismatischen zusammengesetzt sind, wenn die Querschnittsfigur der letzteren einen Mittelpunkt hat (z. B. runde Säule mit 6- oder 8eckigem Sockel), so dass die Schnittebene in beide Achsen fällt.

Eine Riemscheibe mit bikonvexem Kranz. Das Modell wird rechtwinklig zur Achse nach x y (Fig. 136) durch die Mitte der Speichen zerschnitten, und in einem zweitheiligen Kasten, wie oben, eingeformt. Dasselbe Verfahren wird überhaupt zur Anwendung gebracht bei Rotationskörpern, welche an den Endflächen nach innen treten und deren Umflächen an den Schnittflächen den grössten Durchmesser haben und von diesem nach beiden Endflächen kontinuirlich abnehmen, wenn zugleich mit dem Zentralschnitt auch die zwischen der Peripherie liegenden Theile, Speichen, Nabe sich in zwei flache Theile trennen.

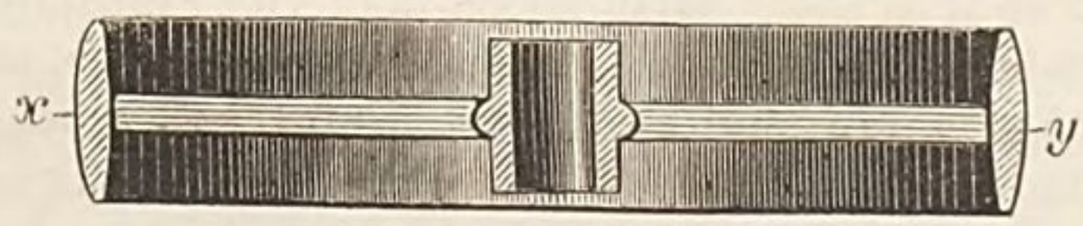


Fig. 136.

Ein 8eckiges Prisma mit flachkonkaven Seitenflächen (Fig 137). Man sieht leicht ein, dass es hier keinen Schnitt gibt, der das Modell in zwei solche Theile zerlegt, die sich ohne Ausbrechen des Sandes

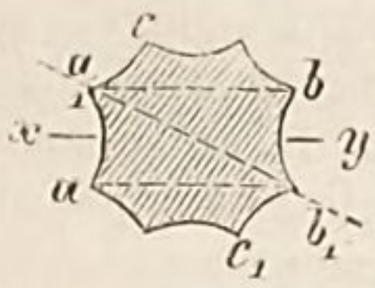
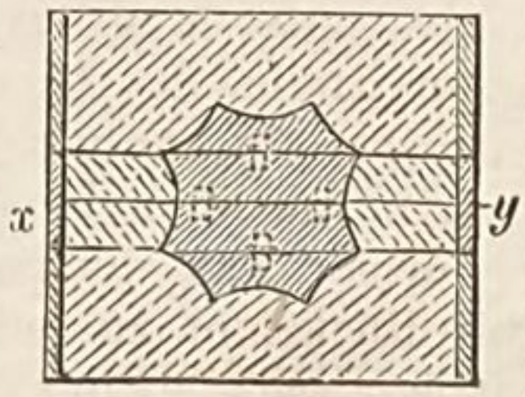
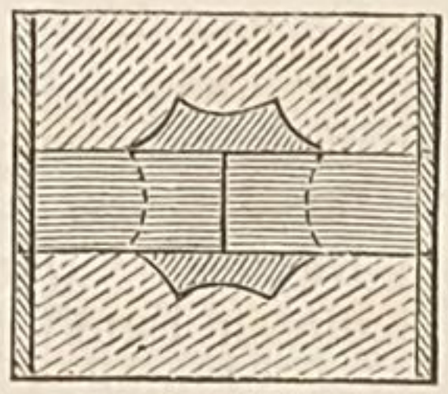


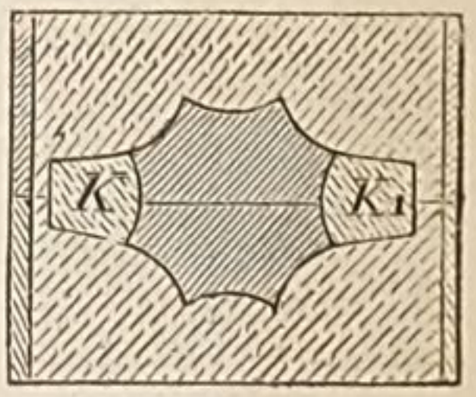
Fig. 137.



138.



139.



140.

ausheben lassen. Nach x y zerschnitten reissen a_1 b und a b_1 Sand weg, nach a_1 b_1 zerschnitten, geschieht dasselbe von c b und a c_1. Die Theile des Modells, welche Sand mit fortreissen und Unterschneidungen heissen, müssen daher vermieden werden. Zerschneidet man dies Modell nach den Linien a_1 b und a b_1, so entstehen zwei flache Theile a c_1 b_1 und a_1 c b [1]) und noch ein rundes Modell a a_1 b b_1. — Man kann nun das Ganze auf mehrere verschiedene Arten einformen. 1. (Fig. 138) Das Mittelstück wird nach x y zerschnitten, auf das Modellbrett gelegt und ein Kastentheil (Mittelkasten) darübergestellt, welcher mit ihm gleiche Höhe hat, und mit Sand ausgestampft. Dann der Obertheil a_1 c b in dem Oberkasten geformt, nun umgekehrt, und endlich der dritte Theil auf die andere Seite des Mittelstücks gelegt, der Unterkasten darüber gesetzt und mit Sand gefüllt. Nachdem dies geschehen, wird der obenliegende Unterkasten abgenommen und das darin sitzende Modellstück ausgehoben, sodann die diesem Stück zugekehrte Hälfte des Mittelstücks aus dem Mittelkasten entfernt und in gleicher Weise das Stück a b_1 c_1 aus dem Oberkasten, die andere Hälfte des Mittelstückes aus dem Mittelkasten gebracht. 2. (Fig. 139.) Das Mittelstück wird nicht zerschnitten, dahingegen der Mittelkasten der Länge nach in zwei Theile zerlegt (nach Fig. 114), welche, nachdem ganz auf dieselbe Weise wie unter 1. eingeformt, durch seitliches Voneinanderziehen das Mittelstück freigeben. In diesem Falle erhält man die Gussnäthe, die im ersten Falle leicht an den Stellen (x y) entstehen, an den Kanten, wo die Mitteltheile zusammenstossen. 3. (Fig. 140.) Das Modell wird in der Mitte nach x y durchschnitten, und beide Theile wie flache Modelle in einem zweitheiligen Formkasten eingeformt, dann zwei Sandprismen herausgestochen, so dass ein Ausheben der Modelltheile geschehen kann. Nach dem Ausheben und vor dem Zusammensetzen der zwei Kastentheile werden dann die ausgeschnittenen Sandstreifen durch eingelegte Kernstücke K K_1, welche die entsprechende Gestalt haben, wieder ausgefüllt. — Die Kernstücke werden entweder aus freier Hand oder durch Eindrücken in den entsprechenden Modelltheil und die ausgeschnittene Sandlücke (während das Modell in der Sandform liegt) aus magerem oder fettem Sand oder aus Lehm gefertigt und in den beiden letzten Fällen getrocknet oder gebrannt. — Ein etwas modifizirtes aber besseres Verfahren besteht darin, dass man die Kernstücke vorher anfertigt und mit einformt als wären sie Modelltheile. Das in der Mitte zerschnittene Modell lässt dann beim Abheben des einen Kastentheils den Sand los und kann zur Hälfte abgehoben werden. Nimmt man darauf die Kernstücke fort (oft ist es nur nöthig ein Stück fortzunehmen), so steht dem Ausheben der zweiten Modellfläche Nichts im Wege. Nach ihrer Entfernung legt man die Kernstücke wieder ein und setzt den abgenommenen Kasten auf, wodurch die Form gussfertig ist.

Das Einformen des in Rede stehenden Gusstücks, welches nur durch das Mittelstück schwierig wird, kann also geschehen durch ein dreitheiliges Modell mit dreitheiligem Formkasten oder durch ein dreitheiliges Modell mit dreitheiligem Formkasten und getheiltem Mittelkasten oder durch ein zweitheiliges Modell mit zweitheiligem Formkasten und Kernstücken. Die letzte Methode ist die gebräuchlichste, weil sie in allen Fällen, wo der-

---

1) Es lässt sich leicht geometrisch nachweisen, dass ein Ausheben dieser Stücke stattfinden kann, wenn der Krümmungshalbmesser des konkaven Zylinderflächenbogen nicht kleiner ist als der Radius des die Figur (6- oder 8Eck) umschriebenen Kreises.

gleichen Unterschneidungen vorkommen, gewöhnlich die Bildung der Form in einem zweitheiligen Formkasten zulässt.

Als Beispiele können hier noch angeführt werden alle Rotationskörper, dessen Endflächen nach innen gehen und deren Oberfläche konkav ist (Rolle mit Schnurlauf, Friktionsräder mit Keilnuthen, Ketten- und Seilscheiben, Fig. 141), ferner kannelirte Zylinder und Prismen, grade und gebogen. Prismen mit einspringenden Winkeln, wie Fig. 142 und 143 zeigen, wo die punktirten Theile die Kernstücke bedeuten.

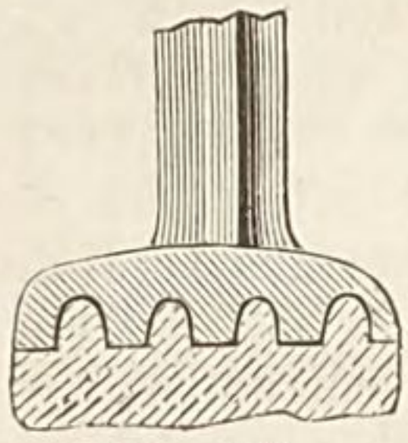


Fig. 141.

Die Anwendung der Kernstücke ist zwar am bedeutungsvollsten für die sog. Kunstgiesserei (Statuen, Uhrgehäuse, Figuren, Reliefs etc.), allein sie bietet mannigmal solche Bequemlichkeit, dass sie selbst da, wo eine Nothwendigkeit nicht vorliegt, oft gebraucht werden. Ein Zahnrad (Stirnrad), Fig. 144, wird z. B. häufig so eingeformt, dass man mit einem glattrandigen Modell A, dessen Kranzweite die Höhe des Zahnes noch übertrifft, nach der Methode eines flachen Gegenstandes eine Hohlform bildet und dann Sandkerne a b c in der ringförmigen Vertiefung zur Bildung der Zahnlücken an einander reiht. Dieses Verfahren bietet noch den Vortheil, dass man mit einem Modell Räder mit verschiedenen Zahnformen herstellen kann. Der Modellhalbmesser ist dann gleich M K, also noch über den Zahnscheitel um die Länge der Kernmarken d e hinweggehend. Man kann übrigens dasselbe Resultat auch ohne Kernstücke auf folgende Weise erreichen. — Man nimmt ein Radmodell B, Fig. 144, mit glattem Rande, dessen Halbmesser MK_1 nicht bis an die Zahnsohle reicht, einigen Zähnen versehenes Segment- und legt beim Einformen ein mit stampft den Sand in die Lücken ein, Modell S an den glatten Rand an, und fährt so rund um das Modell herum fort.

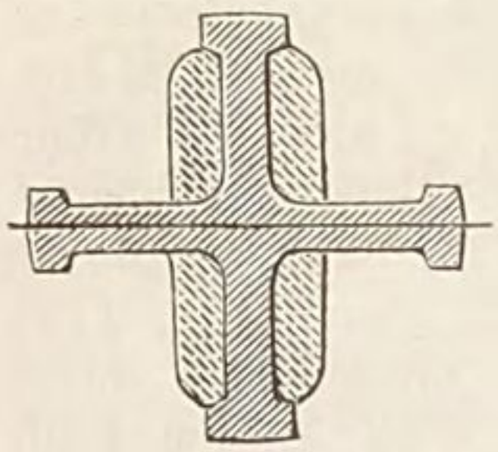


Fig. 142 u. 143.

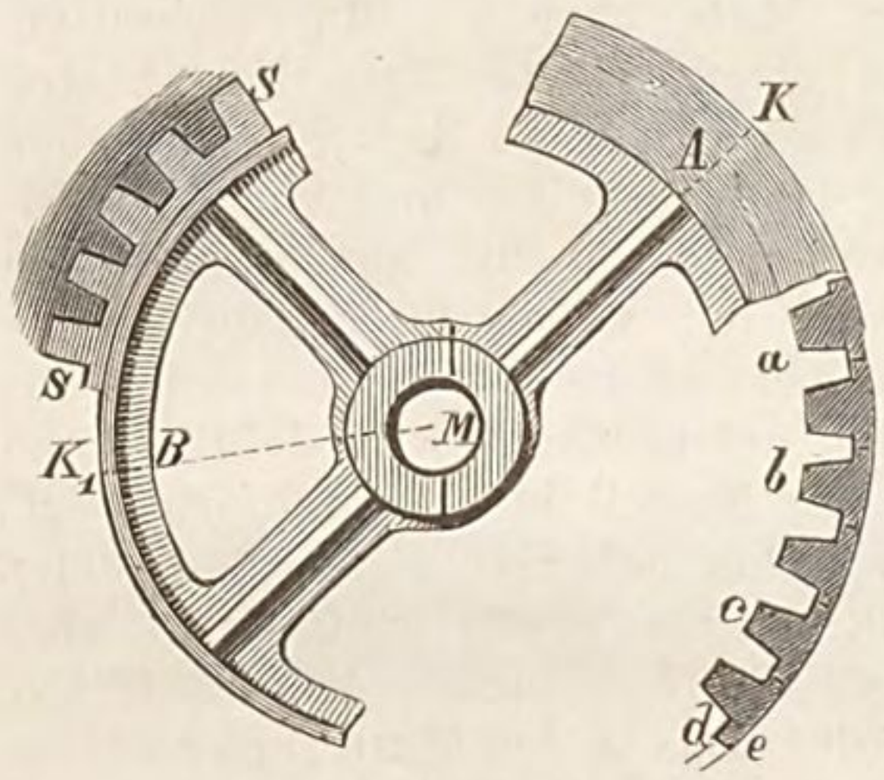


Fig. 144.

Wenn mehrere Formen in einem Kasten sich befinden, so ist hier das zu wiederholen, was S. 96 darüber in Bezug auf das Abformen mehrerer flachen Gegenstände angeführt ist. Solche Formen kommen nämlich häufig vor, wenn eine grosse Zahl gleicher Gegenstände abgeformt werden sollen, z. B. beim Giessen der Kugeln, der ordinairen Holzschrauben, der kurzen pyramidalen Schuhzwecken etc. Die Modelle sind dann auch so eingerichtet, dass eine grosse Zahl derselben nebeneinander liegt. Damit nicht jedes Stück für sich eingeformt zu werden braucht z. B. sitzen zwei Reihen Halbkugeln nebeneinander auf einem Formbrett fest.

Grosse Formen, die man nicht gern bewegt, werden oft gar nicht durch Modelle, sondern durch Schablonen gebildet wie bei der Lehmformerei.

2. Hohle Gegenstände. Wenn ein Modell Vertiefungen oder durchgehende Oeffnungen von solcher Beschaffenheit hat, dass der beim Einformen diese Hohlräume ausfüllende Sandkörper sich beim Abheben des Modells vom Hauptkörper trennt, so ist man genöthigt, diesen Sandkörper auf besondere Weise der Form einzuverleiben. Ein solches Abtrennen kann entweder verursacht werden durch Unterschneidungen des Modells, so dass dieses den Sand förmlich untergreift (z. B. ein Bauchtopf untergreift den Sand mit dem Rande der Oeffnung, durch welche der im Topf sitzende Sand mit dem ihn umgebenen verbunden ist) oder dadurch, dass die Adhäsion des Sandes an den Wänden der Vertiefung im Modell grösser ist als seine eigene Kohäsion (z. B. bei einem Gusstück mit einer langen kegelförmigen Oeffnung, deren Basis nach aussen liegt). Da dieser Unterschied besonders abhängt von dem Verhältniss der Adhäsionsfläche zu der abreissenden Sandfläche, so erklärt es sich, weshalb der Sand selbst dann in der Form hängen bleibt, wenn die Höhlung nach aussen sich erweitert aber tief oder von geringer Weite ist (z. B. bei einem Mörser). Diejenigen Gusstücke, welche diese erklärte Beschaffenheit haben, sind zweckmässig hohle zu nennen und die die Höhlungen in der Form ausfüllenden Theile heissen Kerne (Noyau, *Core*), die Gusstücke Kerngusss (Fonte en creux, Coulage à noyau, *Cored work*, *Casting on a core*).

Beim Einformen hohler Gegenstände kömmt es also darauf an: die Hohlform zu bilden für die Herstellung der äusseren Gestalt des Gusstücks und den Kern anzufertigen und in die Hohlform zu bringen für die Gestaltung der Höhlung oder der inneren Gestalt des Gusstücks. Man kann, wie leicht einzusehen ist, auf zweierlei Weise zum Ziel kommen. Erstens dadurch, dass man beide Arbeiten getrennt vornimmt, d. h. den Kern besonders anfertigt und in die Hohlform bringt oder zweitens, dass man Kern und Hohlform in einer Operation formt. — In dem ersteren Falle hat man, sofern man nicht bei der Einfachheit der Gestalt den Kern aus freier Hand anfertigt, zwei Modelle nöthig: Eins zur Bildung der Hohlform, also gleich der äusseren Gestalt des Gusstückes; dies braucht nicht hohl zu sein und wird eingeformt wie ein rundes massives Modell (Vollmodell). Ein zweites zur Bildung des Kerns, also hohl, die Höhlung gleich der inneren Gestalt des Gusstückes: dies braucht nicht die äussere Gestalt des Gusstücks zu haben, muss sich aber von dem Kern ohne Verletzung desselben abheben lassen und diesem entsprechend zerschnitten werden nach den Regeln, die für die Vollmodelle gelten. Das zweite Modell heisst Kernkasten oder Kerndrücker (Boîte à noyau, *Core-box*); das Formmaterial wird in demselben durch Pressen zum Kern ausgebildet, weshalb sie aus festem Material (Holz, Zink, Gusseisen, Messing etc.) und so konstruirt sein müssen, dass man sie durch Schraubzwingen oder Pressen aneinander drücken kann. Das Material zu den Kernen ist entweder Sand oder Lehm. Die Sandkerne bedürfen sehr gewöhnlich in sich einer Stütze, welche ein Abbrechen etc. vermeidet und dann einer Unterstützung in der Form zum Festhalten in ihrer Lage. Diese Stütze der Kerne wird erreicht durch Einschliessen steifer Theile, Kernskelette (Lanterne, *Skelett*), welche aus Drahtstücken, eisernen Stangen, Röhren, Platten je nach Gestalt der Kerne selbst bei grossen Sachen (Statuen etc.) oft aus einem vollständigen Gerippe gebildet werden. Zum Festhalten der Kerne in ihrer Lage besitzen dieselben entweder gehörige Verlängerungen, die in den Sand der Form eingebettet werden (Kernlager, Logement, *Core print*) und worauf sie ruhen, oder man lässt die Kernskelette an entsprechenden Stellen aus dem Kerne treten und hängt die Kerne damit auf.

Dies letztere muss immer geschehen, wenn das Gusstück nur ganz kleine oder gar keine Oeffnungen nach aussen hat. An den Stellen, wo die Kernlager im Sande zu liegen kommen, ist der Sand zu entfernen und das geschieht dadurch, dass man dem Vollmodell Ansätze giebt, welche in Gestalt und Grösse den Kernlagern gleich sind (Kernmarken, Portée, *Mark*), so dass beim Ausheben des Modells in der Form Aussparungen zur Aufnahme der Kernlager zurückbleiben. — Folgende Figuren mögen zur Erläuterung des eben Erwähnten dienen.

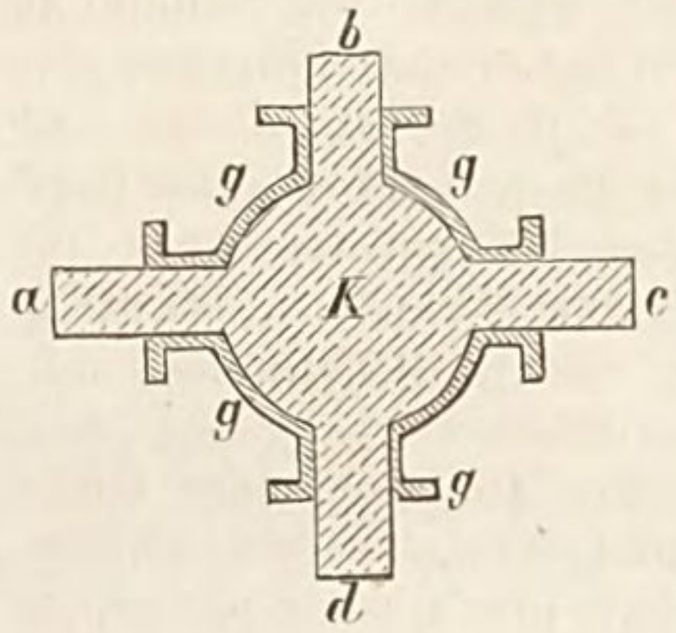


Fig. 145.

Fig. 145 ist ein Vollmodell mit den Kernmarken für den Guss eines Vierweghahngehäuses. K ist der Kern mit den vier aus den Oeffnungen des Gusstücks hervortretenden Kernmarken a b c d. Gusstück und zugleich der Hohlraum in der Form ist mit g bezeichnet.

In Fig. 146 und 147 ist das Gehäuse für einen konischen Hahn als Beispiel gewählt. Man erkennt leicht in Fig. 146 das Vollmodell M mit den vier Kernmarken k und in Fig. 147 den Kern K und den Durchschnitt des Gusstückes a b c d.

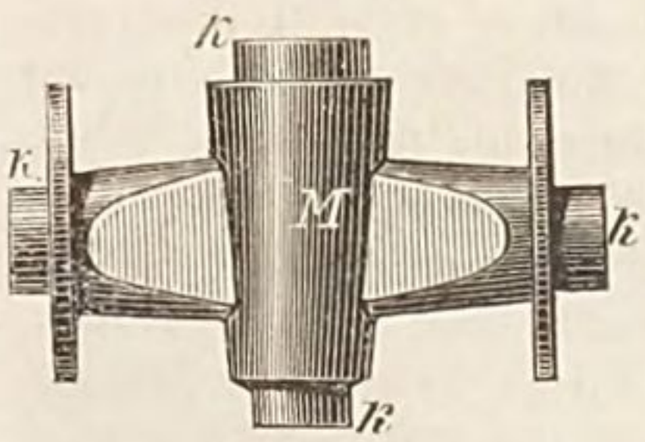


Fig. 146.

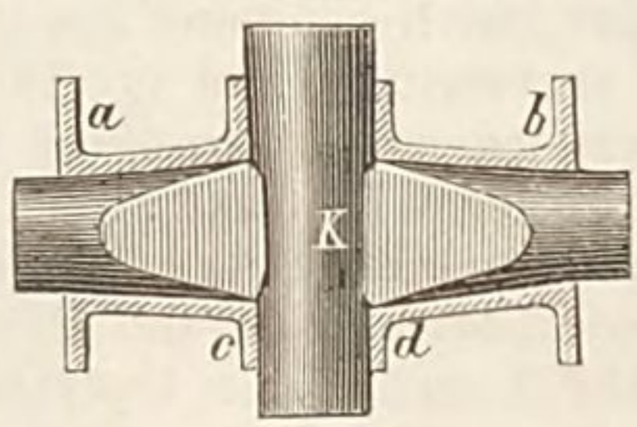


Fig. 147.

Während zur Anfertigung und Behandlung der Sandkerne grosses Geschick von Seiten des Formers nothwendig ist, fordern die Kerne aus Masse oder Lehm nicht so geübte Arbeiter und deshalb ist ihre Anwendung trotz der kostbaren Herstellung eine sehr häufige, namentlich in der Messing-, Zink- und Bronzegiesserei. Kleine Masse- oder Lehmkerne werden wie die Sandkerne in Kernkasten gedrückt oder aus freier Hand durch Kneten, Rollen, Schneiden auf einmal fertig gemacht. Bei grossen Kernen ist das Material schichtweise auf das Kernskelett (Lanterne, *Skelett*) zu bringen, und jede Schicht austrocknen zu lassen, bevor eine neue aufgetragen wird, weil die ganze Masse auf einmal aufgetragen, beim Trocknen zerreissen und abspringen würde. Um dabei an Material und Zeit zum Austrocknen zu sparen, fertigt man das Skelett gern hohl und mit durchlöcherten Wänden an, so dass auch die Feuchtigkeit der Masse nach innen entweichen kann. Der Kern zu einem runden Rohr z. B. wird, wenn er gross sein muss, aus einem Blechrohr angefertigt, Fig. 148, in das man, durch ein Spitzeisen Löcher geschlagen, oder gebohrt hat, so dass die ausgerissenen Ränder dieser Löcher zugleich als Halt benutzt werden für die dünne Lehmschicht, die auf das Rohr gebracht wird. Das Umwickeln des Skeletts mit Strohseilen, Werg etc. bezweckt ebenfalls schnelles Austrocknen bei geringem Materialverbrauche. — Die äusserste Schicht wird dann geformt auch entweder mit freier Hand unter Zuhülfenahme der Formwerkzeuge, oder durch Auf-

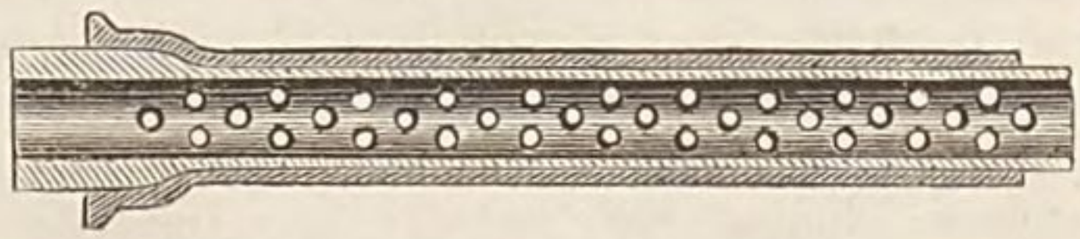


Fig. 148.

drücken des Hohlmodells oder, wenn es sich um Rotationskörper handelt, mit Hülfe nur eines Theils des Hohlmodells, einer Schablone (Lehre, Drehbrett, Échantillon, Calibre, Trousseau, *Templet*). Diese Schablonen sind Bretter, welche an dem mit Eisenblech beschlagenem Rande das Längenprofil des Kerns ausgeschnitten enthalten. Das Skelett des Kerns, welches nur aus einer durchgehenden in der Achse liegenden Stange (Spindel, Trousseau, *Axe*, *Spindle*), oder einem Rohr besteht, wird dann mit den Enden in ein einfaches Gestell (Drehlade, Tour à noyau, Tour à calibre, *Founder's lathe*), Fig. 149, gelegt, die Schablone mit dem Profilausschnitt dagegen gedrückt, auf das eine Spindelende eine Kurbel gesteckt und dann vermittelst Umdrehen so viel Lehm durch die Schablone weggeschnitten (Trousser, *Turn*), dass ein vollständig ausgebildeter Kern zurückbleibt.

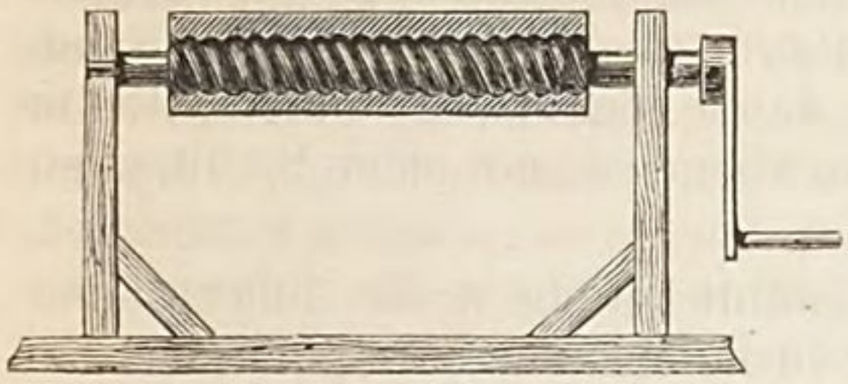


Fig. 149.

Wenn die Höhlung eines Gusstückes wieder mit massiven Theilen durchsetzt ist und diesen entsprechend in dem Kern wieder Oeffnungen aufgespart werden müssen, so wird der Kern oft aus einzelnen Theilen, die jeder für sich hergestellt werden, zusammengesetzt. Die Vereinigung dieser Theile geschieht dann in der Form und zwar durch Zusammenkleben mit Lehmbrei, Mehlkleister etc., oder durch Zusammenstiften mit langen, dünnen Formerstiften (Haltstift, Epingle, *Melters-Pin*). So hat ein Dampfzylinder, Fig. 150, einen Hauptkern (A), zwei Kerne für die Dampfkanäle a b, einen Kern für den Austrittskanal c nöthig.

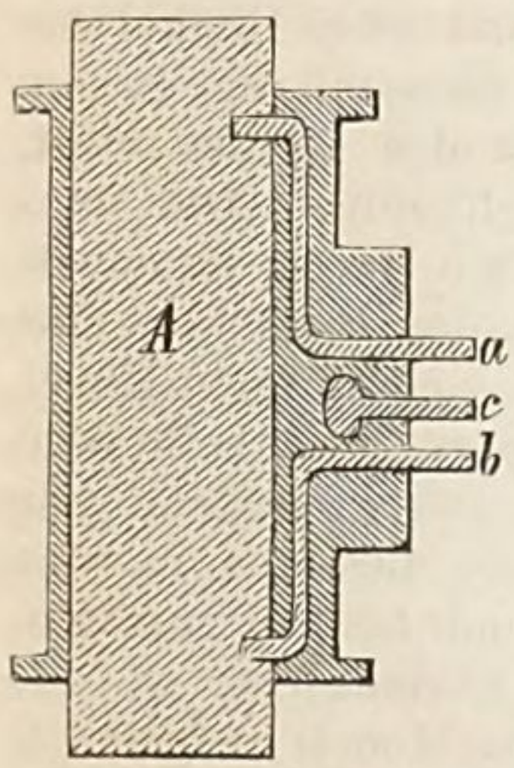


Fig. 150.

Ein sog. Dockenventil, Fig. 151 bis 153, hat einen Kern K nöthig, wie aus Fig. 151, Querschnitt durch die Länge, Fig. 152, Querschnitt durch die Querachse und aus Fig. 153 (Horizontalquerschnitt) sichtbar ist, und der aus fünf Stücken 1, 2, 3, 4, 5 (Fig. 153) zusammengesetzt wird.

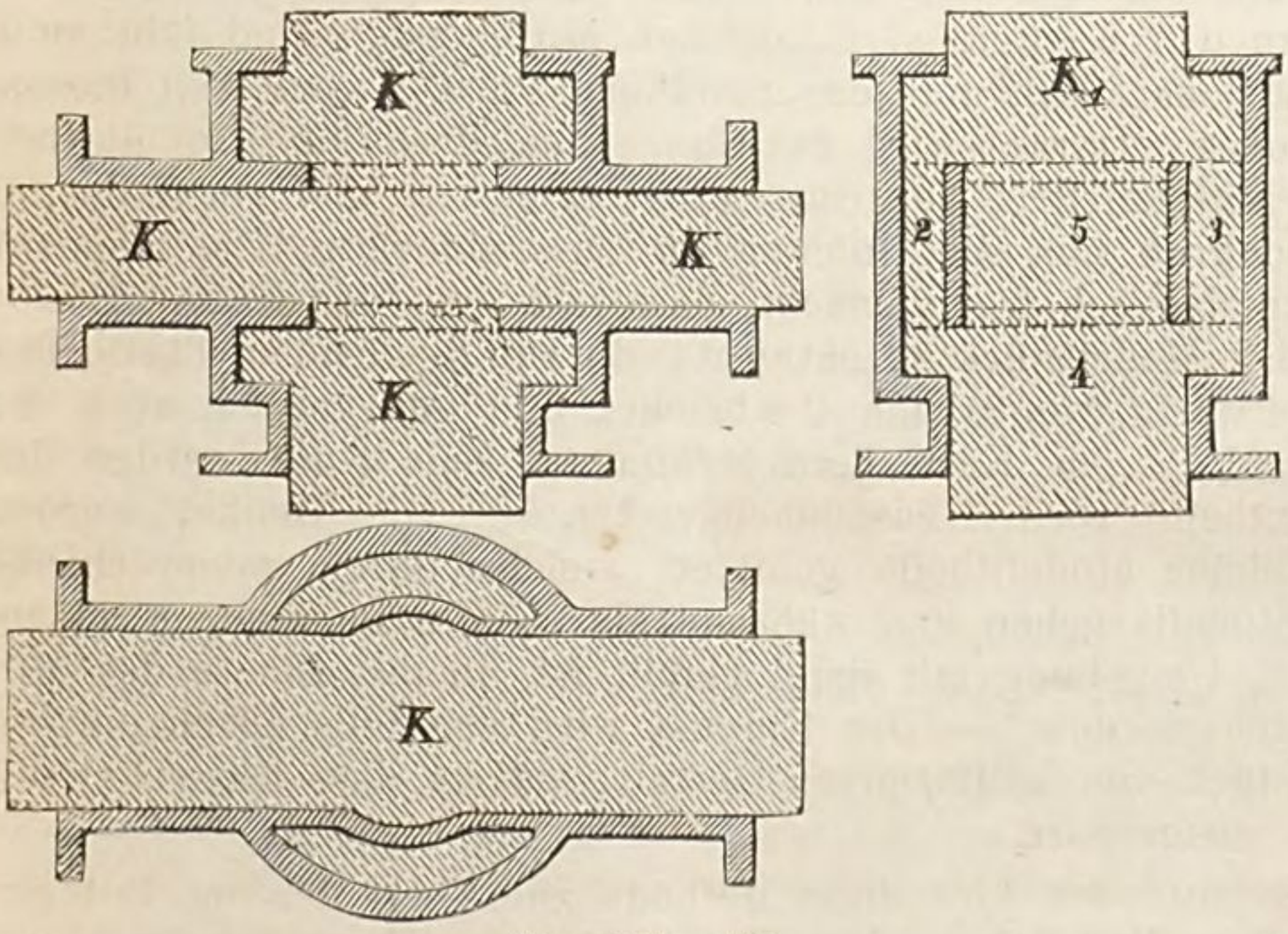


Fig. 151—153.

Mitunter werden die Kerne gebrannt, wie dies bei der Lehmformerei näher erläutert werden wird.

Die zweite Methode der Formerei für Hohlguss ist die, wobei der Kern nicht für sich angefertigt und in die Form gelegt, sondern gleichzeitig mit der äusseren Form gebildet wird. Das Modell hat dabei die Beschaffenheit des Gusstücks, sowohl äusserlich als innerlich, und wird zerschnitten: einmal zum Zweck des Aushebens aus dem umgebenden Sande und dann zum Abheben von dem inneren Sandkörper. Das Einformen besteht nun darin, dass man das ganze Modell wie ein flaches oder rundes Modell einformt, aber auch zugleich den Hohlraum mit Sand füllt, darauf diejenigen Kastentheile, welche nur die äussere Form enthalten, zuerst vom Modell und dann das Modell entweder im Ganzen oder getheilt von dem Sande abhebt, der den inneren Raum ausfüllt und mit dem Sande eines Kastentheiles zusammenhängt und daher den Kern bildet. Es ist das Verfahren demnach prinzipiell übereinstimmend mit dem S. 99 angegebenen für Gusstücke mit Kernstücken.

Folgendes Beispiel, das zugleich so gewählt ist, um noch einige andere beim Einformen dieser Gegenstände oft vorkommende Manipulationen zu beschreiben, möge zur Erläuterung des Vorhergehenden dienen. Es soll ein bauchiges Gefäss (Fig. 154), welches ausserdem einen Rand als Fuss und zwei Henkel besitzt, so eingeformt werden, dass mit der Erzeugung der Hohlform auch die des Kernes stattfindet. Das Modell ist dreitheilig. Der eine Schnitt geht nach der Linie a b durch die engste Stelle des Gefässes, so dass der Boden an dem Fuss m festsitzt; der zweite Schnitt geht durch die Achse x y des Hauptkörpers und theilt denselben in die zwei Theile Q und P, welche also symmetrisch sind. Alle Theile besitzen an den Schnittflächen kleine Stifte und Löcher zum Zusammenpassen. Zum Einformen dient eine viertheilige Formflasche, wie sie in Fig. 117 dargestellt ist. Man stellt nun das ganze Modell m Q und P mit dem Fuss m auf ein Formbrett und darüber den zweitheiligen Mittelkasten, der genau die Höhe des Gusstücks m Q P haben muss, und füllt sowohl den Raum um Q P als den Hohlraum in Q P mit Sand aus. Sodann setzt man den Kastentheil U auf den Mittelkasten und füllt auch den so mit Sand aus, dass nur der Sandkern in Q P sich mit diesem Sande gut verbindet. Darauf wird das Ganze umgedreht und auf die andere Kante des Mittelkastens der Kastentheil O gesetzt und ebenfalls mit Sand gefüllt: wodurch sich die Höhlung im Fuss abformt. Die nunmehr fertige Form wird dadurch frei gemacht, dass man erst den Kasten O abnimmt, sodann das Modellstück m entfernt, darauf die beiden Theile des Mittelkastens seitwärts von Q und P abzieht, und nun endlich auch die Modelltheile Q und P vom Kern herunternimmt. Zum Guss werden darauf alle Kastentheile wieder zusammengesetzt. — Die Henkel werden durch je zwei kleine Modelltheile gebildet, welche durch entsprechende Oeffnungen des Modells gehen und während des Einformens daran sitzen, aber nachdem die Umgebung mit Sand gefüllt ist, in das Innere des Modells hineingezogen werden. — Der Einguss wird ebenfalls durch ein besonderes Modellstück von keilförmiger Gestalt, das in dem Kasten O mit eingeformt wird, ausgespart.

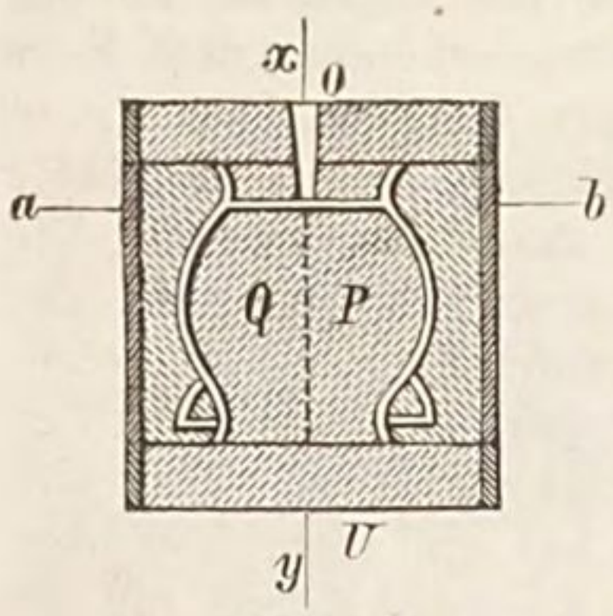


Fig. 154.

Besonders angewendet wird diese Methode zum Guss der sog. Potteriewaaren (Kasserollen, Bauchtöpfe, Leimtiegel, Mörser, Theekessel).

Ist ein Auseinanderpressen der Modelltheile beim Eindrücken des Sandes zu befürchten, wodurch eine Trennungsfuge im Gusstück entsteht, so setzt man das Modell zweckmässig während der Kernbildung in einen Ring, der die Theile fest zusammenhält. Mitunter, wenn es nämlich auf eine genaue Ausbildung des Hohlraums nicht ankommt, ist folgende Manipulation in Anwendung. Man formt durch ein massives Modell die äussere Gestalt als Hohlraum im Sande, nimmt das Modell heraus und bildet nun in diesem Sand-Hohlraum durch Eindrücken einen Sandkörper, und schneidet von diesem soviel Sand herunter, als die Dicke des Gusstücks verlangt.

Das Einschliessen solcher Theile, welche später in dem Hohlraum des Gusstückes bleiben sollen und demgemäss grösser sind als die im Gusstück vorhandenen Oeffnungen, z. B. bei Schellen, mit Kugeln gefüllten Hohlgeschossen etc. wird einfach dadurch bewirkt, dass man sie in den Sand des Kerns einlegt.

Mitunter sollen einzelne Theile (Thürdrücker, Ring in einer Glocke, die eisernen Schrauben und Stifte an Messingknaufen u. s. w.) angegossen werden. Dies geschieht einfach dadurch, dass man sie, nachdem sie vorher zweckmässig verzinnt sind, an die entsprechenden Stellen in die Form legt. [1])

2. **Masseformerei.** Mit dem Namen Masse bezeichnet man nach S. 85 eine Mischung von Sand mit so viel Thon, dass dieselbe in feuchtem Zustande geformt, scharf ausgetrocknet werden kann, ohne nicht allein nicht zu zerfallen, sondern im Gegentheil widerstandsfähiger zu werden. Der fette Sand hat eine viel grössere Plastizität als der magere Sand und wird aus diesem Grunde häufig, namentlich in der Messing- und Bronzegiesserei, vorgezogen, zumal bei langwierigem Formen, weil ein Austrocknen keine Gefahr der Formverletzung in sich schliesst. — Die einzelnen Sandtheilchen der Masse dürfen kleiner sein als die des mageren Sandes, weil die Porosität durch diejenigen Poren erzeugt wird, die sich durch Entfernung des Wassers bilden, weshalb die Masse feinere und zartere Eindrücke annimmt und behält, was besonders bei dem Kunstguss in Bronze, Zink, Britannia-Metall etc. von Wichtigkeit ist. — Da die Masse beim Eingiessen des Metalls vollständig ausgetrocknet und gewöhnlich sogar durch das Trocknen in künstlicher Wärme vorgewärmt ist, so leitet sie die Wärme viel weniger ab als der grüne Sand, in Folge dessen der Guss (namentlich Eisenguss) nicht abgeschreckt wird, sondern weich bleibt. — Der fette Sand fordert dahingegen einen grösseren Aufwand an Arbeit und Zeit, auch Vorrichtungen und Brennmaterial zum Trocknen; weshalb die daraus gefertigten Formen viel kostspieliger als die aus magerem Sande werden.

Die Vorbereitung der Masse zur Formerei stimmt mit der des mageren Sandes überein, nur dass mitunter der Kohlenstaubzusatz ganz wegbleibt, und der Sand vor dem Mahlen stark ausgetrocknet wird.

Das Formen in Masse wird stets in Formkasten und zwar ganz nach den Regeln und mit denselben Hülfsmitteln (Modell, Kerndrücker, Schablone) wie bei der Sandformerei vorgenommen. Um einen möglichst fein ausgebildeten Abdruck zu bekommen, wird das Modell oft mit ganz feinem Massepulver bestaubt. — Des Trocknens wegen dürfen die Kasten aber nicht aus Holz sein.

Dahingegen erfordert das Austrocknen der Masseformen besondere Einrichtungen [2]), welche nebenbei zum Austrocknen der Masse- und Lehm-

---

1) Dingler's Journal Bd. 190. S. 494. 2) Polyt. Centr. 1872. S. 1581. — Dingler's Journal Bd. 196. S. 502.

kerne benutzt werden. Diese Trockeneinrichtungen sind in der Regel viereckige, feuerfest aufgemauerte Räume (Trockenstuben, Darrkammern, Etuve, *Stove*, *drying room*) von 4—6 m Länge, 2—3 m Breite und 2 m Höhe und mit einem auf Eisenschienen ruhenden Gewölbe gedecket, welche mit einer schmalen Seite der Formerwerkstatt zugekehrt sind und hier durch eine eiserne Thür zugänglich gemacht werden. Im Inneren dieser Kammer sind überall zweckmässig vertheilt, Gerüste, Ständer u. s. w. zur Aufnahme der Kerne und Formkasten angebracht und auf dem Boden, der im Niveau der Hüttensohle liegt, befindet sich gewöhnlich ein auch zwei Schienengeleise, auf den die grossen Formkasten vermittelst niedriger Wagen angefahren werden. Die Formkasten werden des schnelleren Trocknens wegen auseinandergenommen und durch Zwischenlagen von einander gehalten. — Das Heizen der Trockenkammer muss so geschehen, dass die Wärme sich gleichförmig verbreitet und möglichst ausgenutzt wird. — Gewöhnlich liegt die Feuerung der Eingangsthür gegenüber und zwar vor oder in der Kammer, aber so, dass man das (Koks-) Feuer schüren kann. Die heissen Verbrennungsgase durchziehen dann den ganzen Raum und treten durch in der Mauer liegende Kanäle in die Esse, wobei sie das verdampfte Wasser mitziehen. Mitunter besteht auch die Kammersohle aus gusseisernen Platten, die von unten geheizt werden, indem die Verbrennungsflamme in Kanälen darunter herzieht; auch verwendet man bisweilen abziehende Wärme vom Hoch- oder Schmelzofen, ja selbst heisse Luft, die hineingetrieben wird als Trockenmedium.

In kleinen Giessereien, z. B. Rothgiessereien, wird sehr zweckmässig der Trockenraum über dem Schmelzofen angebracht, so dass die hier abziehende Hitze benutzt (Fig. 91 S. 82) das Austrocknen bewirkt. — Die in Vorschlag gebrachte Methode, heisse Luft direkt in die Form zu treiben[1]), kann nur eine beschränkte Anwendung finden, dahingegen findet das Einhängen von Kohlenpfannen in die Form häufig Statt. — Grosse Gusstücke (Kanonen, Gebläsezylinder etc.) werden gewöhnlich in einer Vertiefung des Heerdes geformt und diese Vertiefung (Dammgrube, Fosse, *Pit*) dann zum Austrocknen eingerichtet, wie später angegeben werden wird.

3. **Lehmformerei.** Der Lehm hat wegen seiner grossen Bildsamkeit, Feinheit und der Eigenschaft, nach dem Brennen sehr hart zu werden, noch mehr als der fette Sand, das Vermögen feine Eindrücke anzunehmen und zu behalten. Die Festigkeit, welche der mässig angenässte und nachher gebrannte Lehm besitzt, macht es unnöthig, festgeschlossene Umhüllungen (Formkasten) anzuwenden. Die Lehmformerei selbst aber muss nach einer Methode geschehen, die sehr langwierig und kostspielig ist, wenngleich die Anfertigung eines Holzmodells in der Regel gespart werden kann.

Der hohe Thongehalt ertheilt dem Lehm jedoch andererseits Eigenschaften, die dem Former weniger erwünscht sind. Namentlich ist es der Mangel an Porosität, wodurch ein langsames Austrocknen gefordert wird, sowie das Schwinden und Reissen, dem man durch eine Vorbereitung abhelfen muss. Diese Vorbereitung besteht in einem Trocknen, Mahlen und Vermischen mit lockernden Substanzen. Als letztere verwendet man Pferdemist für groben, Kuhmist für mittleren und Kalbshaare für feinen Guss, und Sand für den inneren mit dem Metall in Berührung kommenden Theil. — Diese Zubereitung kann sehr zweckmässig in Thonschneidern, wie sie

---

1) Polyt. Centr. 1870. S. 673.

in der Thonwaarenfabrikation gebraucht werden, geschehen, wenn zugleich das Anfeuchten mit vorgenommen wird.

Die Formerei in Lehm beschränkt sich in Folge ihrer Kostspieligkeit auf solche Gegenstände, die entweder wegen ihrer Grösse oder wegen ihrer Gestalt sich in Sand nicht gut formen lassen, und auf solche, bei denen die Anfertigung eines Modells nicht lohnend ist, oder wenn das letztere wegen der Grösse oder Schwere sich schlecht hantieren lässt. Grosse Zylinder zu Dampf- und Gebläsemaschinen, Pumpen und Feuerspritzen, grosse Glocken, Kessel, Statuen, die man des geringen Gewichts wegen oder um Metall zu sparen hohl giesst, sind solche Gegenstände. Massive Gegenstände werden fast ganz ausgeschlossen.

Der Grundgedanke der Lehmformerei liegt in der Bildung eines Modells aus Lehm selbst, Einformen desselben in gleichem Material und Herausbringen aus der Form, so dass dann eine fertige Form aus drei Lehmtheilen besteht: der äusseren Schicht (Mantel, Chape, *Case*, *Cope*), welche im Inneren gleich ist der äusseren Gestalt des Gusstücks, der mittleren Schicht (Modell, Hemd, Dicke, Modèle, *Thickness*), welche im Aeusseren die äussere, im Innern die innere Gestalt des Gusstücks besitzt und endlich den dritten Theil (Kern, Noyau, *Core, Newel*), dessen Oberfläche die innere Gestalt des Gusstücks repräsentirt. Die Arbeit beginnt fast immer mit der Bildung des Kerns. Sind die Kerne klein, so stimmt ihre Anfertigung ganz mit derjenigen aus fettem Sande überein, nur dass die Kerndrücker sehr selten, Schablonen aber so viel als thunlich Anwendung finden. Die grossen Kerne werden stets hohl angelegt, theils um ein schnelleres und sichereres Trocknen zu ermöglichen, theils um an Lehm zu sparen. Man mauert dann auf einer Gusseisenplatte G (Fig. 155 f. S.) aus Ziegeln oder Lehmsteinen (mit Lehm als Mörtel) den Kern K auf, der annähernd die Gestalt des Gusstücks hat aber kleiner ist, oder man nimmt ein Rohr, eine umgestürzte Glocke u. dergl. und trägt auf diese Unterlagen eine 10—15 mm dicke Lehmschicht auf, lässt diese gehörig austrocknen, trägt eine zweite Schicht auf und wiederholt das so oft bis die Grösse des zu bildenden Kerns etwas überschritten ist. Sodann wird die Ausbildung der Oberfläche vorgenommen, theils aus freier Hand mit Hülfe von Modellirwerkzeugen, theils mit Modellstücken, theils mit Schablonen. Mit letzteren werden alle Rotationskörper ausgebildet, indem man sie damit abdreht. Zu dem Zwecke steckt auf einer vertikalen, eisernen Achse A, Fig. 155, drehbar eine Schablone B (Drehbrett), ausgeschnitten nach dem Kernprofil, welche so lange um den Lehmkörper herumgeführt wird, bis dieser die gehörige Gestalt erhalten hat. Die drehbare Achse A steht in einer Hülse H, welche auf der Grundplatte durch Schrauben befestigt ist. Ein verschiebbares Querstück C trägt die Schablone B, welche also mit der vorderen Kante beim Herumführen so viel Lehm wegstreift, als ihrer Entfernung von der Drehachse entspricht. Die Schablone kann beliebig auf C verstellt und für grössere und kleinere Zylinder und andere Profile (Glocken, Topf etc.) ausgewechselt werden.

Nachdem der Kern aufgebaut, abgedreht und getrocknet ist, schreitet man zur Bildung des Hemdes. Zunächst wird die Oberfläche des Kerns mit einem Ueberzug versehen, welcher das spätere Ablösen der nun folgenden Lehmschicht leicht vornehmen lässt. Dieser Ueberzug besteht aus einer Brühe von gesiebter Holz- oder Torfasche und Wasser (Aeschern, Cendrer, *Ashover*) oder aus aufgestaubtem feinem Sande oder Ziegelmehl oder Kohlenpulver (Noircir, *Blackwash*). Auf die so vorbereitete Oberfläche wird eine Lehmschicht von solcher Dicke aufgetragen, dass sie nach Be-

arbeitung ihrer Oberfläche das Gusstück in Grösse und Form darstellt. — Ist das letztere ein Rotationskörper, so wechselt man auf der Drehachse des Kerns die Schablone aus, oder schiebt sie um die Dicke des Hemdes radial weiter ab (E) und dreht die Oberfläche des Hemdes ab. Fig. 155 erklärt diese Operation für einen Zylinder mit Reifen und Rand. — Das Hemd wird nun ebenfalls mit Aschewasser bepinselt oder mit Sand bestaubt und alsdann über demselben die dritte Schicht, der Mantel, hergestellt, indem man das Hemd allmählich 30 bis 50 mm stark mit Lehm überzieht. Nachdem endlich auch der Mantel fertig und ausgetrocknet ist, muss das Hemd aus der Form gebracht, also zuerst der Mantel abgehoben werden, was bei einigen Gestalten, z. B. Glocken, durch Abheben in die Höhe geschehen kann o h n e Zertheilung des Mantels, bei anderen Gestalten aber einen Schnitt mit scharfem Messer bis auf das Hemd und ein seitliches Abnehmen nöthig macht. Das Hemd wird darauf ebenfalls zerschnitten und stückweise von dem Kern heruntergenommen und endlich der Mantel wieder darüber- oder zusammengeschoben. Gewöhnlich bedarf der Mantel aber noch einer weiteren Unterstützung (Armatur, *Armature*) um das Zerreissen oder Abheben des Mantels während des Gusses zu vermeiden, durch herumgelegte eiserne Bänder, die sowohl von unten nach oben als rund herum laufen und an denen sich Haken zum Aufziehen vermittelst einer Winde oder Krahns befinden, wenn der Mantel in die Höhe gewunden werden soll; oder man umgibt denselben mit einem Mauerwerk, das wie das Kernmauerwerk hergestellt wird.

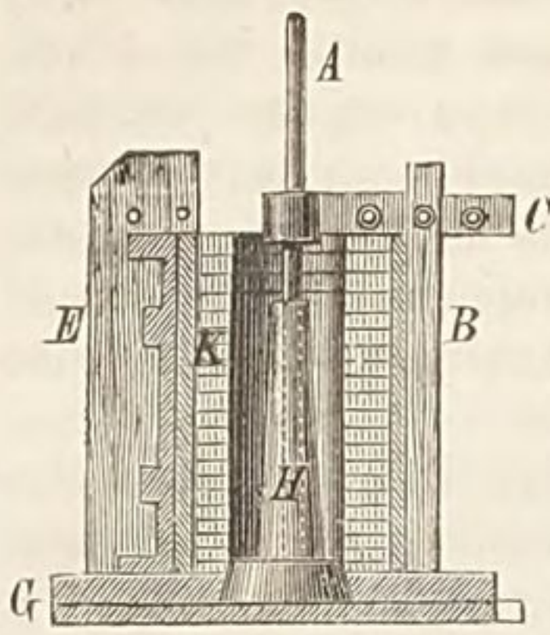


Fig. 155.

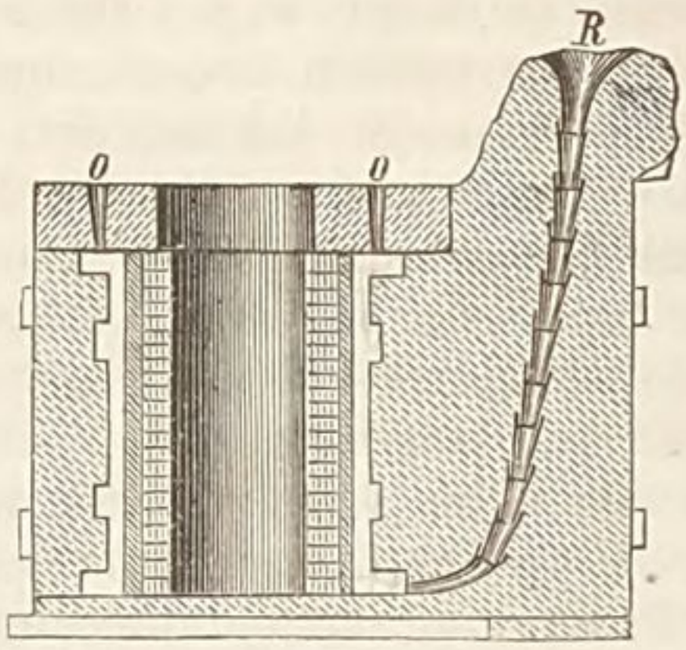


Fig. 156.

Fig. 156 stellt die Form für einen gereiften Zylinder dar, die, nachdem das Ganze gehörig in der Darrkammer gebrannt (bei zirka 250° getrocknet) und mit Eingüssen, Windpfeifen versehen wurde, zum Guss fertig ist.

Haben die Gussformen bedeutende Dimensionen, so ist ihr Transport nach der Darrkammer oft nicht thunlich oder nicht rathsam wegen der nicht ausreichenden Grösse der Darrkammer, der Schwere der Form und der Gefahr, die leicht für einzelne Kerntheile durch die Bewegung entsteht. Ferner ist oft, da doch der Einguss höher liegen muss als der höchste Punkt der Form, das einzugiessende Metall so hoch zu heben, dass daraus grosse Unbequemlichkeit hervorgeht, und endlich ist dem Mantel, wegen des bedeutenden hydrostatischen Druckes und der Expansion des flüssigen Metalls, eine sehr schwere Armatur zu geben. Diesen Uebelständen hilft man dadurch ab, d a s s m a n d i e F o r m i n e i n e r V e r t i e f u n g d e r H ü t t e n s o h l e a u f b a u t. Man kann dadurch den Einguss in ein passendes bequemes Niveau bringen, die Widerstandfähigkeit der Form durch Umstampfen von Sand bedeutend erhöhen und in diesen Vertiefungen zugleich durch Anbringen von Feuer ein Brennen der Form vornehmen. Solche Vertiefungen sind daher in Giesshütten von grosser Wichtigkeit. Sie werden D a m m g r u b e n oder G i e s s g r u b e n (Fosse, *Foundry pit*) und das Fertigmachen der Formen in denselben das E i n d ä m m e n genannt.

Man unterscheidet zwei Arten von Dammgruben: trockene oder offene und feuchte oder gewöhnliche. Die letzteren werden zu jedesmaligem Gebrauch in dem Sande der Hüttensohle in solcher Tiefe und Weite ausgegraben als die einzudämmende Form erheischt und nach dem Gebrauch wieder mit demselben Sand verschüttet; sie bedürfen keiner weiteren Beschreibung. Die trockenen Dammgruben dahingegen sind offene, fest aufgebaute und gegen Grundwasser geschützte Vertiefungen von solchen Dimensionen, dass die grössten vorkommenden Gusstücke darin geformt oder (für Kastenguss) die grössten Formkasten hineingesetzt werden können. Die Gestalt der offenen Dammgruben ist ebenfalls abhängig von der Art der Gusswaare. — Erfahrungsmässig sind die langen Gegenstände gewöhnlich von geringen Querdimensionen, Röhren, Kanonen, Bildsäulen: sie verlangen demnach besonders tiefe Gruben. Die Gegenstände von grösseren Querdimensionen sind selten sehr hoch (Zylinder, Glocken, Kessel etc.): für sie genügen weite, seichte Gruben. Kommen beide Arten von Gusstücken vor, so ist es gerathen, die Dammgruben in Absätzen anzulegen, wie Fig. 157 zeigt, so dass nämlich in der Mitte eine tiefe Versenkung a ist. Ein Ausbauen der Grubenwände ist nothwendig, um das Abfallen des Sandes zu verhüten, weil sonst während der Arbeit nicht nur die Form, sondern auch die Arbeiter in Gefahr kommen. Entweder wird dabei die Grube, Fig. 157, brunnenförmig nach einem Kreise oder besser rundem Viereck aus Steinen oder Spundwänden aufgebaut, der Boden a und der Absatz b mit Platten belegt, und das Ganze mit Thon oder Lehm hinterstampft oder mit einer wasserdichten Umhüllung aus Eisen oder Zement versehen. — Das Austrocknen in der Dammgrube geschieht mit Hülfe eines Koksfeuers, das man in kleinen Gitteröfen in die Form stellt, oder auch durch Eintreiben warmer Luft. — Mitunter führt ein schräg abwärts laufender, gewölbter Gang zu den Dammgruben, was den Transport der Materialien nach und aus denselben erleichtert.

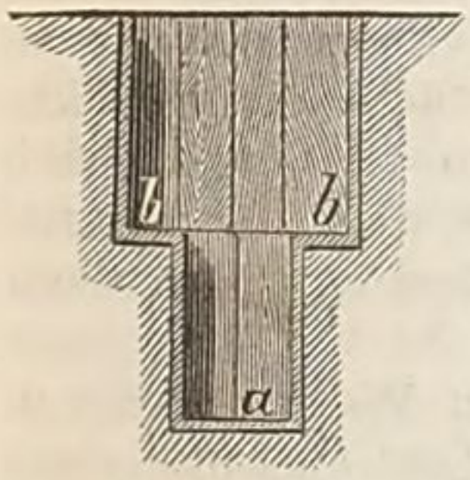


Fig. 157.

Von dieser allgemeinen Methode, in Lehm zu formen, wird in vielen Fällen abgewichen, weil manche Gestalten eine Vereinfachung gestatten, andere dahingegen ein komplizirteres Verfahren beanspruchen. Sind z. B. die Gusstücke so gross, dass man den Mantel von innen her darstellen kann und ist der Kern so beschaffen, dass er sich in den Mantel einsenken lässt (z. B. bei einem glatten Zylinder), so wird der Kern ebenfalls für sich geformt und in den Mantel gesetzt: also die Anfertigung des Hemdes ganz umgangen. — Wenn dahingegen die äussere Gestalt des Gusstücks feinere oder dünne, weit vorstehende Erhöhungen oder Vertiefungen hat (Inschriften, bildliche Darstellungen, die Kronen an Glocken, Laubwerk, Theile an Statuen, Ornamente, Kanäle in Dampfzylindern, Henkel an Töpfen), so wird die Darstellung der Gussform weitläufiger, indem entweder Kernstücke für die Vertiefungen, oder besondere Vertiefungen im Mantel für die Erhabenheiten im Gusstücke anzubringen sind. Was die Anwendung der Kernstücke anbetrifft, so geschieht diese nach den Grundsätzen der Sandformerei. Zur Bildung von Vertiefungen im Mantel kann man verschiedene Wege einschlagen. Zu Aufsparungen, die sich durch ambulante Modelltheile machen lassen (Henkel etc.), wählt man den S. 104 angegebenen Weg; hierzu gehört auch die Methode, Metall-Buchstaben, Laubwerk etc. in die innere Fläche des Mantels mit erhabenen Modellen einzudrücken. Der zweite Weg ist der der Benutzung leicht

schmelzbarer Materialien, aus welchen man die in Rede stehenden Erhabenheiten anfertigt und an den betreffenden Stellen auf dem Kern befestigt, und mit in den Mantel einformt. Beim Brennen schmelzen sie dann aus und hinterlassen entsprechende Höhlungen, die sich mit Metall ausfüllen. Als solches Material gebraucht man am häufigsten Wachs (das durch einen Terpentinzusatz etwas geschmeidiger gemacht ist), seltener eine leichtflüssige Legirung.

Das Wachs wird zu dem Behufe in hölzernen oder gypsernen Hohlmodellen gegossen und mit Terpentin aufgeklebt. Sind die aus Wachs zu formenden Theile gross, so kann man dadurch an Wachs sparen, dass man nach dem Erstarren des Wachses an der Formwand den Rest wieder ausgiesst (Stürzen). Auch kann es mitunter vortheilhaft sein, das ganze Hemd aus Wachs zu machen. Dann wird das Gusstück vollständig fertig in Gyps über einem Skelett von Eisen modellirt, und über diesem eine oft aus vielen Theilen bestehende Form angefertigt. Die Formtheile werden darauf inwendig so dick mit Wachs überzogen, als das Gusstück Wandstärke haben soll und dann zur Form über einem Gerüste zusammengesetzt. Der vorhandene Hohlraum wird jetzt zur Bildung des Kerns mit einem Gemenge von gleichen Theilen Gyps und Ziegelmehl (Kernschlichte) ausgegossen. Dieser Gypskern hält durch in die Wachsstücke eingesteckte Häkchen nach dem Erhärten das ganze Wachsmodell so fest, dass sich die äussere Gypsform entfernen und nun statt dieser der Mantel aus Lehm sich darüber gehörig auftragen lässt. Nach dem Ausschmelzen hinterlässt das Wachs die Hohlform für das Gusstück.

Statt der letzteren Methode, die sowohl durch den Wachsverbrauch als ihre Langwierigkeit sehr vertheuert wird und noch das Uebel hat, dass die beim Trocknen etc. erwärmten Eisentheile im Inneren die Kernschlichte leicht zersprengen, kann man noch folgende wählen, die, sorgfältig ausgeführt, ganz gute Resultate liefert. Der Kern wird auf gewöhnliche Weise aus Lehm mit Mauerwerk etc. im Inneren aufgebaut und gehörig mit Aschewasser bepinselt. Das aus Gyps modellirte Gusstück formt man nun in magerem Lehm stückweise ab, brennt diese Formstücke, bekleidet sie inwendig mit Lehm zur Bildung des Hemdes und legt sie so um den Kern zur ganzen Form zusammen; hierauf lässt man trocknen, nimmt die äussere Form ab, das Hemd stückweise heraus, setzt dann die erstere wieder um

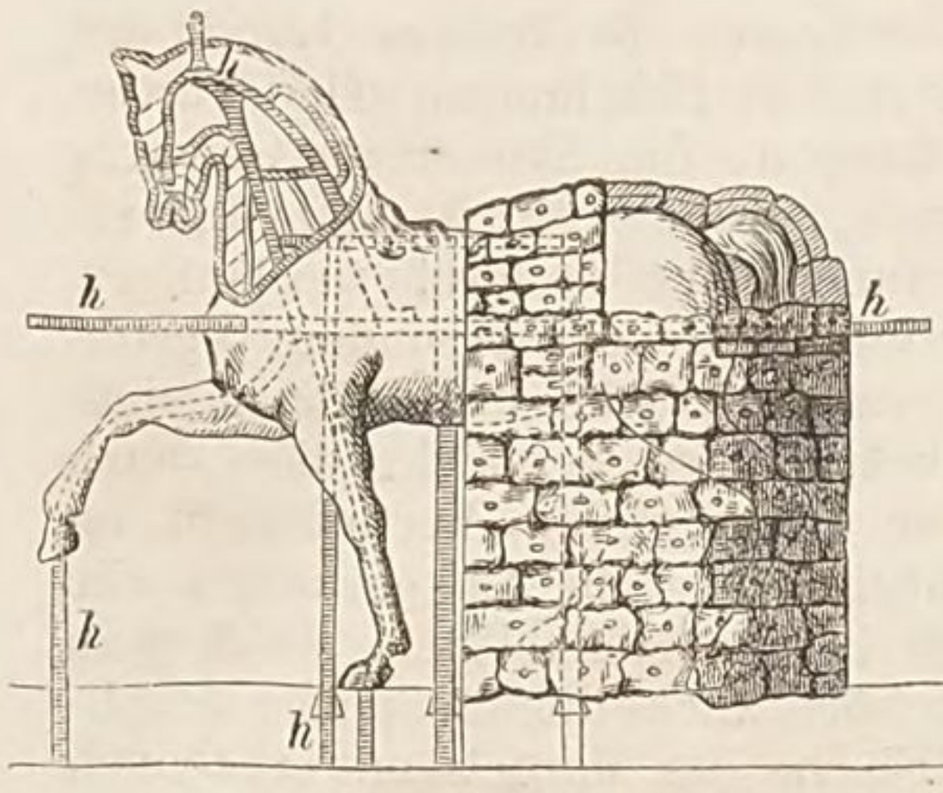


Fig. 158.

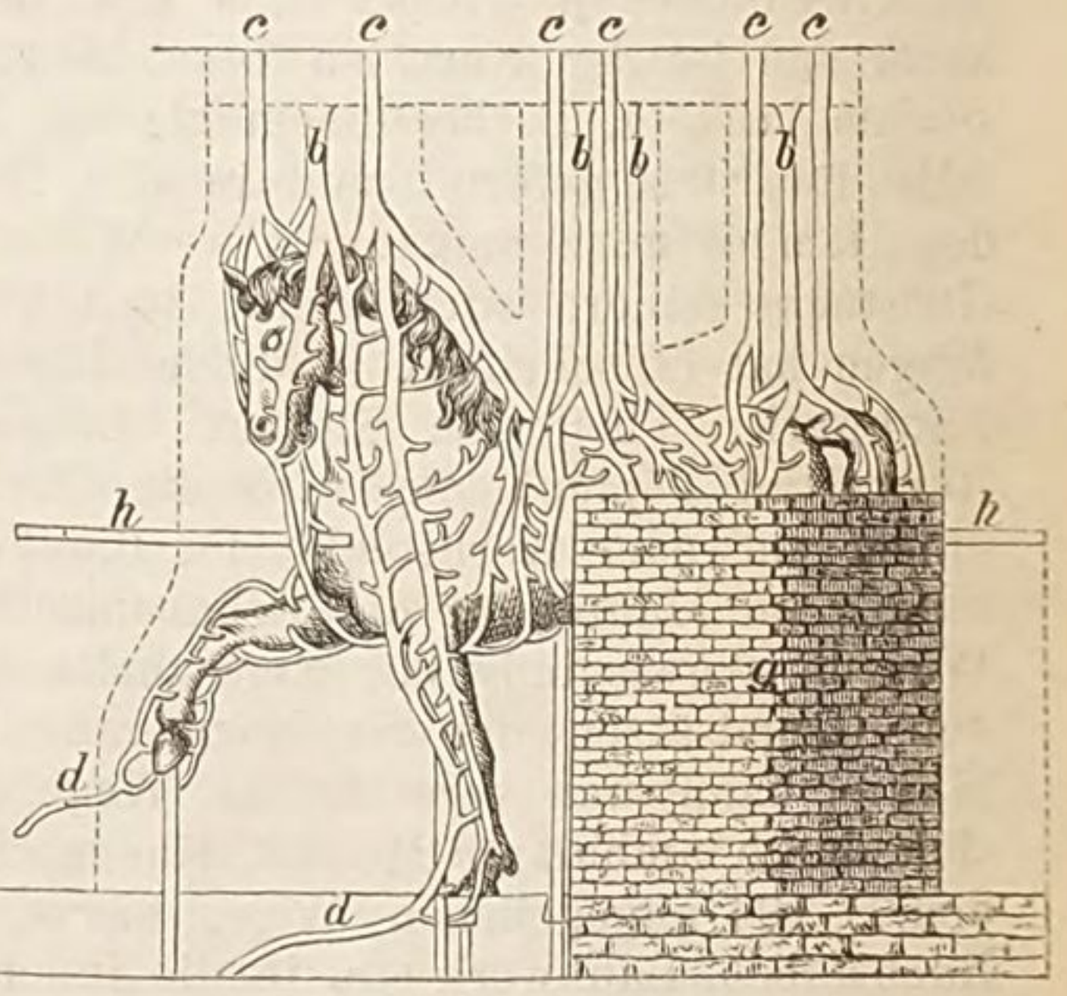


Fig. 159.

den Kern herum und vereinigt die Stücke durch Verstreichen der Fugen mit Lehm.

Bei allen Lehmformen ist es von Wichtigkeit, für den gehörigen Abzug der Luft durch Windpfeifen zu sorgen, weil die Porosität des Lehms nicht ausreicht, die Luft sämmtlich entweichen zu lassen. Am zweckmässigsten benutzt man zu diesem Zwecke Röhren aus gebranntem Thon, die man an geeigneten Stellen mit einformt oder auch Stengel oder Röhren aus Wachs, die dann wegschmelzen.

In Fig. 158 und 159 ist die Bildung einer Form eines Pferdes als Beispiel eines Kunstgusstückes dargestellt. Fig. 158 zeigt das Hemd (Wachs) mit der Gypsform zum Theil noch bedeckt. Bei h erkennt man die Skelette. In Fig. 159 sieht man bei b b die Eingussröhren und bei c c die Windpfeifen mit den Verzweigungen nach dem Guss und zum Theil von dem Mauerwerk g noch umgeben, d sind Kanäle zum Auslaufen des Wachses.[1])

B. Bleibende Formen.[2])

Die bleibenden Formen fordern, den verlorenen gegenüber, ein Material, welches so dauerhaft ist, dass es eine grosse Anzahl von Güssen ohne Verletzung durch die Hitze und ohne erhebliche Abnutzung der scharfen Kontouren auszuhalten vermag. Es eignet sich demnach nur Metall (namentlich Eisen, Kupfer, Messing, Bronze) und Stein (besonders Sandstein, Serpentin, Schiefer), weniger Gyps, Zement etc. zur Anfertigung derselben. — Die Metallform entzieht als guter Wärmeleiter dem eingegossenen Metall sehr schnell die Wärme, was unter Umständen (bei Gusseisen) eine solche Veränderung im Gefüge des Gusstücks (grosse Härte) herbeiführt, dass man nur ausnahmsweise in der Eisengiesserei zum Schalen- oder Koquillenguss Gebrauch davon machen kann, in anderen Fällen aber, bei leichtflüssigen Metallen, unschädlich ist, weshalb zum Giessen von Zinn, Blei und deren Legirungen sehr oft Metallformen verwendet werden, um so mehr, als es sich hier in der Regel um die Herstellung einer grossen Zahl gleicher Gegenstände (Löffel, Teller, Becher, Buchdrucker-Lettern, Flinten-Kugeln etc.) handelt. — Für gewöhnlich beschränkt man sich bei den bleibenden Formen auf den Guss der einfachsten Gestalten (Stangen, Platten) die als Rohmaterial angesehen werden; Barren (Gold und Silber) zum Drahtziehen, Blechwalzen u. dergl., also solcher Gusstücke, welche flache und runde genannt wurden, so dass man mit einer zweitheiligen (sehr oft eintheiligen) Form auskommt; nur in der Zinngiesserei macht man von vieltheiligen Formen Anwendung.

Die einfachsten Metall-Formen sind die Eingüsse (Ingüsse, Lingotière, *Ingot-mould*), die zum Giessen von Stäben und Platten dienen. Die ersteren bestehen entweder aus einem □ Eisenstabe, der auf der Oberfläche eine an beiden Enden verschlossene Rinne hat (offener Einguss) oder aus einem Rohr von Eisen, welches verschiedene Querschnitte (rund, quadratisch, rechteckig, vieleckig), an einem Ende eine trichterförmige Erweiterung, der ganzen Länge nach eine geringe Konizität und an der engsten Stelle einen Verschluss durch einen Eisenstöpsel hat (Rohreinguss). — Die Platteneingüsse (Tuile) werden aus zwei Eisenplatten gebildet, zwischen denen 3 Stäbchen oder ein ⊔ förmig gebogenes Metallstück von der Dicke der zu giessenden Platte den Raum aussparen. Während des Eingiessens

---

1) C. Schmidt, Techn. Skizzenbuch Th. II Taf. 2) Polyt. Centr. 1870. S. 44 u. S. 172.

werden diese Platten durch Schrauben zusammengehalten. Die Rohreingüsse sind häufig zweitheilig, d. h. aus zwei Rohrhälften und wie die Platteneingüsse durch Schrauben vereinigt (Werkzeugstahl wird so gegossen) dann oft bei grossen Güssen so eingerichtet, dass sie dem Drucke des Metalls nachgeben, damit die Gusstücke bequem herausgehen. [1])

Nach demselben Prinzipe sind die bekannten Kugelzangen (Kugelformen, Kugelmodelle, Moule à balles, *Bullet mould*) für Gewehrkugeln, Rehposten etc. konstruirt, nur dass die zwei Formhälften um eine Scharnier drehbar und zum Zusammendrücken mit Griffen versehen sind. — Müssen zweitheilige nicht scharnierartig verbundene Gussformen genau zusammenpassen, so versieht man sie mit in einandergreifenden Erhöhungen und Vertiefungen (Schloss) oder mit übergreifenden Rändern. Jeder Formtheil hat der leichten Handhabung wegen einen bequemen Handgriff; und zusammengehalten werden sie während des Gusses in einem Schraubstock, zwischen den Knien, durch Ringe u. dergl. Eine nach aussen sich erweiternde Oeffnung (*Tedge*) dient als Einguss.

Gehören die Gusstücke in die Kategorie der runden hohlen Gegenstände, so sind auch die Formen aus so viel Theilen zusammenzusetzen, dass sie sich leicht ab- und ausheben lassen. Der die Höhlung aussparende Theil heisst auch hier der Kern, der äussere Theil Hobel (*Cottle*). Beide bestehen unter Umständen aus vielen Stücken, die durch übergreifende Theile, Schrauben, Ringe u. dergl. so zusammengehalten werden, dass auch zugleich die gegenseitige Lage und Stellung während des Gusses gesichert wird. Ein Beispiel hierzu liefert der Guss eines schalenförmigen Gefässes aus Zinn oder Britanniametall, Fig. 160. Die Form besteht aus der Fussplatte a, auf welcher in der Mitte eine Erhöhung für die Höhlung im Fuss und eine Kreisnuth zum Einpassen der beiden Theile b b (Hobel) befindet, sodann aus diesen beiden Theilen und dem Deckel (Kern) c, der den Hobel oben auch durch eine Nuth zusammen hält und der Leichtigkeit halber ebenfalls schalenförmig ist.

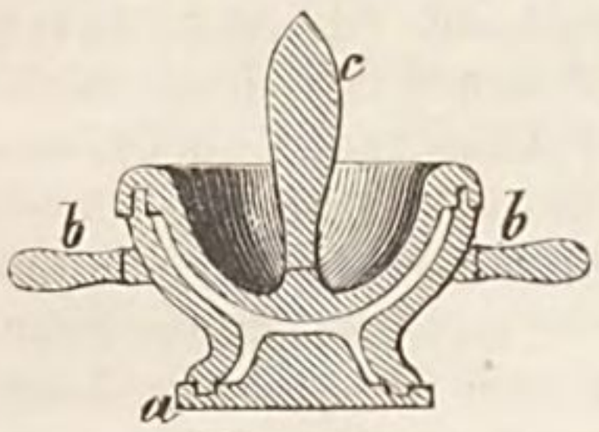


Fig. 160.

III. **Eingiessen.**

Das Eingiessen des Metalls in die Formen (Giessen) bezweckt eine möglichst vollständige Ausfüllung aller Formtheile und einen vollkommenen Zusammenhang an allen Stellen des Gusstücks, wenn dieses als gelungen angesehen werden soll. Die gehörige Ausfüllung der Form kann, die nöthige Metallmenge vorausgesetzt, nur stattfinden erstens, wenn das einzugiessende Metall den gehörigen Flüssigkeitsgrad besitzt, zweitens wenn die Eingusstelle mindestens in der Höhe des höchsten Punktes der Formhöhlung liegt, drittens wenn die Luft schnell genug aus der Form entweicht. Unterstützt wird sowohl das Eindringen in die feinsten Theile, als das Austreten der Luft durch Anwendung einer Kraft, welche zu dem Gewicht der Metallsäule hinzutritt.

Der Druck der Metallsäule auf den Boden der Form ist bekanntlich für die Flächeneinheit

$$p = h\gamma$$

wenn h die Höhe der Form und γ die Dichtigkeit des Metalls ist. Er nimmt also mit der Höhe h ab und zu und ist im oberen Theile der Form,

1) Polyt. Centr. 1870. S. 44 u. S. 175. — Engineering 1869. p. 279 u. 344.

also an der Eingusstelle, wenn diese in gleicher Höhe liegt = Null. Liegt aber die Eingusstelle höher, z. B. um die Höhe h_1, so vermehrt sich der Druck auf den Boden der Form um eine Grösse

$$p_1 = h_1 \gamma,$$

wenn von dem Zunehmen der Dichtigkeit abgesehen wird.[1]) Dieser Druck p_1 ist zugleich die Pressung des Metalls im obersten Theil der Form gegen die Formwand und hängt demnach bei demselben Metall ab von h_1 der Höhe des Einguss-Kanals über der Form, so dass man im Stande ist, durch die Länge dieses Kanals die erforderliche Pressung auch in den höchsten Partieen der Form zu bestimmen. Auch wird hierdurch zugleich die Luft besser aus der Form und dem Gusstück getrieben, (löcheriger Guss vermieden und dichterer Guss erzeugt[2]) was in vielen Fällen sehr erwünscht ist, und ausserdem dient dieser trichterförmige Guss-Kanal als ein Reservoir, aus dem beim Zusammenziehen in der Form Metall nachsinkt (Nachsinken) und die Form ausgefüllt erhält. Das in dem Einguss vorhandene Metall (Anguss, Giesszapfen, Giesskopf, Verlorener Kopf, Todter Kopf, Jet, Masselotte, Saumon, Coulée, *Feading head, Runner, Dead head, Sullage-piece*) ist oft aus eben angegebenem Grunde sehr massig, mitunter das Gewicht des Gusstücks bedeutend übertreffend (Kanonen, grosse Zylinder, Walzen, Glocken.) Bisweilen wird das Metall sogar gewaltsam mit Hülfe einer Presse in die Form getrieben, um recht dichten Guss zu erhalten. Dies ist z. B. der Fall beim Giessen der Buchdruckerschriften, wo durch eine kleine in dem flüssigen Metall stehende Druckpumpe, Giesspumpe oder durch eine Art Fallwerk (Clichir-Maschine, Machine à chlicher, *Dabbing machine*[3]) das Schriftzeug in die kupferne oder eiserne Matrize, (Matrice, *Matrice*) gespritzt wird, und mitunter beim Giessen von Stahl, um den löcherigen Guss zu vermeiden. — Die Methode die Luft auszusaugen kann nur sehr beschränkte Anwendung finden und ist bei richtiger Anbringung von Windpfeifen auch ganz überflüssig. — Der Zentrifugalguss,[4]) wobei die Form in rotirende Bewegung gesetzt wird, erzeugt mittelst der radial nach aussen wirkenden Pressung eine Kompression und in Folge dessen eine grössere Dichte und Härte in der äussersten Schicht des Gusstücks. Die Anwendung beschränkt sich auf einzelne Artikel, namentlich auf Gusstahl-Räder und Radbandagen ohne auch hier die Regel zu sein.

Das in die Form fliessende Metall bringt durch die grosse Hitze in den Sandformen nicht nur das vorhandene Wasser heftig zum Verdampfen, sondern auch die Kohle zum Entzünden und einen Theil des Wassers zur Zersetzung. Diese Gase und Dämpfe müssen ebenfalls aus der Form entfernt und die Form selbst gegen ihre explosionsartige Wirkung geschützt werden. Das letztere geschieht durch festes Zusammenpressen entweder mit Schraubenpressen (wobei dann eine grössere Zahl von Formkasten zwischen eine Doppelschraube kommt) oder durch Beschweren mit Roheisenbarren, Gewichtstücken und dergleichen. Die abziehenden brennbaren Gase, Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff werden bei grossen Gusstücken durch, auf die Oeffnung der Windpfeifen gelegte, brennende Strohbündel etc. absichtlich entzündet. —

Die grosse Neigung der geschmolzenen unedlen Metalle sich mit Sauerstoff zu verbinden, verursacht auch in der Form einen Ueberzug von

---

1) Deutsch. Ind.-Zeit. 1868 S. 432. 2) Polyt. Centr. 1873 S. 1463. — Deutsch. Industrie-Zeit. 1873 S. 493. 3) Masch.-Konstrukteur 1871 S. 62. 4) Polyt. Centr. 1865 S. 221; 1866 S. 719. Dingler's Journ. Bd. 150 S. 11.

Oxyd der bei einer Unterbrechung des Stromes während des Eingiessens die Vereinigung mit dem nachfliessenden Metall verhindert, wenn dasselbe nicht so heiss (also flüssig) war, um diese Schicht zu durchbrechen. Auf solche Weise entsteht der Kaltguss, der um so gefährlicher ist, als man ihn gewöhnlich erst bei der späteren Bearbeitung des Gusstückes entdeckt. Man vermeidet ihn durch vorsichtiges, nicht unterbrochenes Eingiessen und richtige Giesshitze. — Ist die Oxydation des Metalls stark, oder wird Oxyd oder Schlacke mit in die Form gerissen oder bei zu heftigem Eingiessen Luft etc. verschluckt, so bilden sich unreine poröse Stellen, (löcheriger, unganzer Guss).

Beim Eingiessen in die Form ist daher das Abstreifen der Schlacke von dem flüssigen Metall eine Nothwendigkeit, die nie ausser Acht gelassen werden darf; es geschieht zweckmässig mit einer Holzkrücke, da die reduzirende Eigenschaft der aus dem Holz sich entwickelnden Gase auch zugleich eine Oxydation mit verhindert. — Sowohl zur Vermeidung der Oxydation des Metalls, als des Anhaftens desselben an die Sand- oder Lehmformen werden diese unmittelbar vor dem Eingiessen inwendig mit einem dünnen Kohlenüberzug versehen. Entweder wird, wie dies bei Sandformen fast allein üblich ist, feines Kohlenpulver aus einem Zwillich- oder Gaze-Beutel aufgestäubt, (Pudern, Schwärzen) oder bei Lehmformen mit dünnem Leimwasser angemengt und mittelst eines zarten Pinsels aufgestrichen.

Zur Vermeidung des Kaltgusses und der Einmengung von Schlacke werden oft besondere Kunstgriffe angewendet. Dazu gehört: die Erwärmung der metallenen Formen vor dem Guss; die Anlegung einer grösseren Anzahl von Gussrinnen besonders bei grossen flachen Gegenständen, wodurch nicht nur die Form schneller gefüllt wird, sondern auch oft eine wogende Bewegung der Masse eintritt; und der sog. Tangential-Guss. Dieser kann nur zweckmässig bei zylindrischen Formen in Anwendung kommen und besteht dann darin, dass man neben der Form, Fig. 156, S. 108, eine Guss-Röhre R nach abwärts führt, die an der untersten Formstelle tangential einmündet, so dass das einfliessende Metall in der Form von unten auf in die Höhe steigt und nicht allein alle Schlacken- und Aschentheile vor sich her, sondern auch durch die wirbelnde Bewegung nach der Mitte treibt, wodurch sich alle Verunreinigungen an dem oberen Theil des Giesskopfs, der sich in der Verlängerung der Form bildet, ansammeln. — Beim Giessen langer, dünner Gegenstände, an denen namentlich Undichtigkeiten nicht vorkommen dürfen, Wasser-, Gas-, Dampfleitungs-Röhren etc. ist es aus demselben Grunde rathsam, die Formen vertikal oder unter 45° Neigung aufzustellen[1]). Da in solchen und ähnlichen Fällen beim Eingiessen des Metalls an dem oberen Punkte der Form der Kern verschoben oder Formtheile abgebrochen werden, so verlegt man auch hier oft den Einguss nach der unteren Formkante und lässt das Metall durch ein seitwärts absteigendes Rohr, ähnlich wie bei Fig. 156 eintreten, wodurch die Luft, Schlacken u. s. w. vor dem Metall her, aus den Formöffnungen herausgetrieben wird.

Der Transport des geschmolzenen Metalls zu der Form wird je nach der Schmelzvorrichtung und der Betriebseinrichtung überhaupt, verschieden vorgenommen werden können. Sind die Schmelzgefässe selbst leicht transportabel, (Tiegel, Schmelzlöffel, auf Räder gestellte Oefen S. 80), so wer-

---

1) Kerpely, Fortsch. 1869 S. 119.

den sie nach der Form gebracht und einfach durch Umkippen oder durch Aufstossen einer am Boden befindlichen Oeffnung ihres Inhalts entleert.

Sind die Schmelzgefässe stehend, (eingemauerte Kessel, Schacht- & Flammöfen), so wird ihr Inhalt entweder von besonderen Behältern aufgenommen und damit transportirt, oder, durch einen die Guss-Form mit dem Schmelzraum verbindenden Kanal (Masselgraben), aus dem letzteren der ersteren direkt zugeführt, (Laufenlassen, Vorsetzen).

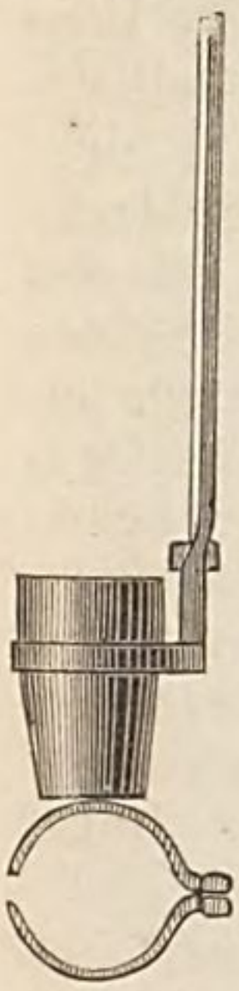


Fig. 161.

Beim Tiegelguss wird der Tiegel mit einer Zange (Tiegelzange) gefasst, die so beschaffen sein muss, dass der Tiegel sicher und soweit vom Arbeiter abgehalten werden kann, dass diesem die strahlende Wärme nicht lästig wird. Eine solche Zange ist in nebenstehender Figur 161 abgebildet.

Die Behälter, welche zum Transport und gleichzeitig zum Eingiessen des Metalls in die Formen dienen, sind je nach den Metallquantitäten, die vergossen werden sollen, verschieden, sowohl in der Grösse und Gestalt, als in Bezug auf die Transportmittel. — Regel für die Grösse dieser Gefässe ist, dass ihr Inhalt so viel Metall fasst, dass dieses sowohl vollständig vergossen wird, als auch die Form vollständig ausfüllt, wobei der Fall nicht ausgeschlossen ist, dass zur Füllung einer Form mehrere Gefässe gleichzeitig angewendet werden.

Die kleinsten Geräthe dieser Art sind die Giesslöffel, (Cuiller, *Casting-ladle*), kugelsegmentförmige Schalen von Schmiedeisen, mit kurzem, etwa 20 bis 30 cm. langen Stiel, einer Schnauze und einem Inhalt von einigen Grammen bis etwa $2^1/_2$ Kg. namentlich im Gebrauch der Schrift-, Zinn- und Bleigiesser, welche damit zugleich das Metall ausschöpfen.

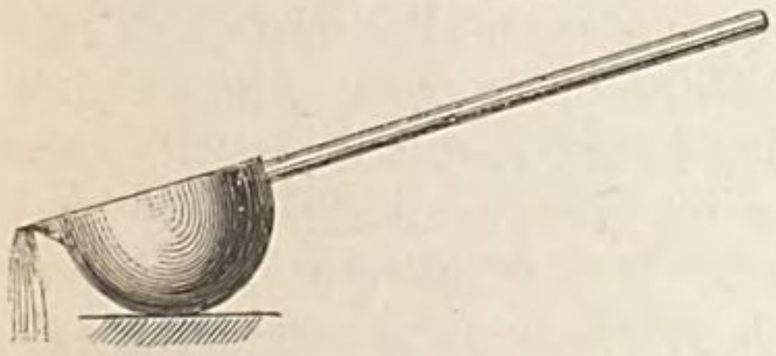


Fig. 162.

Die zweite Gattung bilden die sog. Giesskellen oder Handpfannen, (Poche, *Ladle*, *Hand-ladle*), Fig. 162. Das sind grosse Löffel mit etwa 1 bis 1,3 m. langen Stielen und 20 bis 35 Kg. Inhalt, so dass sie noch von einem Arbeiter regiert werden können. Sie finden besonders in der Eisengiesserei Anwendung und sind am zweckmässigsten aus Schmiedeisen hergestellt, mitunter aus Gusseisen.

Für Quantitäten von etwa 100 bis 200 Kg. fertigt man Gabelpfannen, (Chaudière, *Shank*[1]), von Zylinder- oder stumpfer Kegel-Form an, Fig. 163, die von 2 bis 5 Arbeitern getragen werden und zu dem Zwecke mit zwei gegenüberliegenden Stielen AB von 2 bis 2,5 m. Länge ausgestattet sind. Bei diesen Pfannen ist eine Einrichtung zu treffen, wodurch es einem Arbeiter möglich wird, das Kippen zu bewirken, ohne Mithülfe anderer, weil nur dann ein geordnetes Einfliessen zu erwarten ist. Diese Einrichtuug besteht in einer an einem Stiel B sitzenden Gabel C

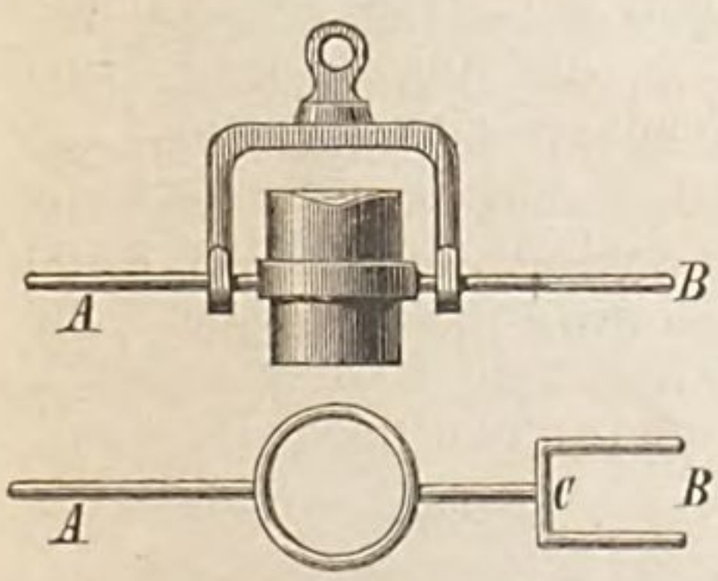


Fig. 163 u. 164.

1) Dingler's Journal Bd. 179 S. 360; Bd. 182 S. 457; Bd. 195 S. 338. Zeitschr. d. österreich. Ingenieur-Ver. 1869 S. 247. Kerpely, Fortschr. 1872 S. 161. — Masch. Konstrukteur 1870 S. 10.

Fig. 164 (s. S. 115), welche vom Arbeiter gefasst wird. — An diese Giesspfannen schliessen sich unmittelbar die sog. Krahnpfannen, (*Crane ladle*) an. Sie sind die grössten Gefässe, von abgestumpfter Kegel- oder Zylinderform und fassen bis zu 7500 Kg. Ihr Transport geschieht ausschliesslich durch mechanische Vorrichtungen, namentlich durch Krahne, mitunter auch dadurch, dass man sie in wagenartige Gestelle hängt und diese nun nach der Gussform schiebt. Kleine Krahnpfannen haben wie die Giesspfannen, Fig. 163, zwei Stiele, mit welchen sie in den Kettenhaken der Krahnkette hängen, und wovon der eine mit einer Gabel zum Kippen versehen ist. Sehr grosse Krahnpfannen (Kübel) hängen an Bügeln an der Krahnkette, Fig 165.

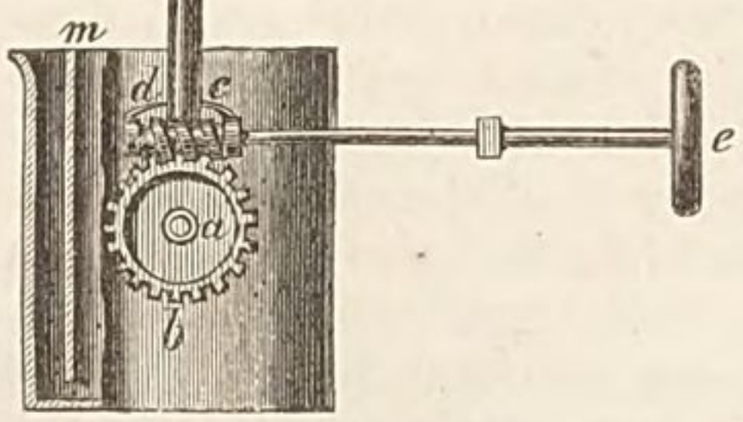


Fig. 165.

Diese Kübel werden oft der Sicherheit in der Führung und der erforderlichen Kraft wegen, durch mechanische Vorrichtungen zum Kippen gebracht. Eine solche Vorrichtung ist in Fig. 165 dargestellt. Auf dem, durch den Bügel gehenden Drehzapfen a sitzt ein Zahnrad oder ein Zahnradsegment b, in welches eine Schnecke c, welche sich in dem Theile d dreht, eingreift, so dass durch Drehung derselben, vermittelst des Handrades e, ein Kippen des Kübels mit Sicherheit vorgenommen werden kann.

Um grosse Leichtigkeit mit Festigkeit zu vereinigen werden Gabelpfannen, Krahnpfannen und Kübel aus starkem Eisenblech (Kesselblech), durch Zusammennieten hergestellt und gegen das Verbrennen, durch einen Ueberzug aus Lehm mit Kuhmist geschützt. Zweckmässig ist es bei den zylindrischen Gefässen eine Scheidewand anzubringen, Fig. 165 m., die beinahe an den Boden reicht und beim Kippen die Schlacke zurückhält. Mitunter lässt man auch das Metall durch eine seitlich unmittelbar über dem Boden sitzende, durch eine Thür oder einen Schieber verschliessbare, Oeffnung ausfliessen.

In solchen Fällen, wo die Ausfüllung der Form nur durch den Inhalt mehrerer Gefässe stattfinden kann, also bei sehr grossen Gusstücken, und sehr schwer schmelzbarem Metall (Stahl), ist es rathsam, diesen Inhalt erst in ein grösseres Gefäss und aus diesem in die Form zu giessen. Entweder bedient man sich dann eines sehr grossen Tiegels (Hafen), der über dem Boden ein zeitweilig verschlossenes Giessloch hat, oder eines sog. Sumpfes, das ist einer in die Erde gegrabenen Vertiefung, die durch einen Kanal mit der Form in Verbindung steht. Die Anwendung eines Sumpfes und das Laufenlassen, direkt aus dem Schmelzofen in die Form durch den Masselgraben, wobei auch in der Regel das Metall erst in den Sumpf abgelassen wird, kommt hauptsächlich dann vor, wenn Dammgruben vorhanden sind, oder bei der Heerdformerei. In letzterem Falle werden die offenen Rinnen mit lehmbestrichenen eisernen Schaufeln nach Bedürfniss abgesperrt.

Giesserei insbesondere.

I. **Eisengiesserei.**[1])

In der Eisengiesserei hat man zwei Methoden des Betriebes, den Hochofenguss und den Umschmelzbetrieb. In dem ersten Falle wird direkt das aus dem Hochofen fliessende Roheisen vergossen; in dem anderen Falle geht ein Umschmelzen vorher. — Der Hochofenguss kann nur da stattfinden, wo ein Eisen erzeugt wird, welches für die gewünschten Gussartikel verwendbar ist, und ist desshalb beschränkt, weil verschiedene Waare verschiedenes Eisen verlangt, es sei denn, dass man den ganzen Hochofenbetrieb zum Zwecke der Giesserei einrichten will. — Der Umschmelzbetrieb bildet daher die Regel, weil er der Hochofengiesserei gegenüber grosse Vortheile gewährt. Man ist zunächst nicht so lokalisirt, wie beim Hochofenbetrieb, sondern man kann an jedem beliebigen Ort Giesshütten anlegen. Man kann für jede Gattung Gusswaare die entsprechende Qualität Eisen aussuchen, oder durch Vermischung verschiedener Eisensorten (Gattiren) herstellen, altes Brucheisen verwenden und sich überhaupt den augenblicklichen Umständen anschmiegen. — Was die Auswahl des Eisens anbetrifft, so richtet diese sich nach der Bestimmung des Gusstücks. Im allgemeinen verwendet man die hellgrauen Gattungen, weil sie die Formen gut ausfüllen, dichten, leicht zu bearbeitenten zähen Guss erzeugen und dem Gusstück die grösste Festigkeit geben. Das weisse Eisen findet nur ausnahmsweise Benutzung für Gegenstände, welche eine grosse Härte besitzen müssen, (Hartwalzen, Kanonen-Kugeln u. s. w.). Obwohl es im Allgemeinen erwünscht sein muss, möglichst reines Eisen zu verwenden, (besonders Holzkohleneisen), so kann doch unter Umständen eine Beimischung willkommen sein. So eignet sich phosphorhaltiges Eisen ausgezeichnet zum ordinären Kunstguss, zu dünnwandigen Gusstücken (Potteriegusss) und wenn es nicht auf grosse Festigkeit ankommt, weil es sehr dünnflüssig wird.

Man hat im Laufe der Zeit durch verschiedene Zusätze versucht, dem Gusseisen eine grössere Zähigkeit und Festigkeit, als auch besondere Eigenschaften, (Klangfähigkeit, grössere Dichtigkeit u. s. w.) zu ertheilen. So stellt man sogenanntes verstärktes Eisen oder Stahlguss durch einen Zusatz von Schmiedeisenspänen (20—25%?), oder Stahlspänen her, ein klangfähiges Eisen durch einen Zusatz von Zinn (10—12%); Kupfer soll (1—12% das Gusseisen geschmeidig (?) machen. In den Fällen, wo solche Mischungen vorgenommen werden sollen, ist es immer rathsam, zwei Schmelzungen zu machen.

Das Schmelzen des Eisens findet entweder in Tiegeln, oder in Flammöfen oder Schachtöfen (Kupolöfen) Statt. Tiegel verwendet man für ganz kleine Gusstücke, (Bijouterie, schmiedbaren Guss etc.) und dann, wenn das Eisen möglichst unverändert bleiben soll. — Flammöfen sind namentlich in Anwendung, wenn sehr grosse Stücke (alte Kanonen, Walzen etc.) die nicht gut zerkleinert werden können, zum Umschmelzen kommen und wenn man eine Veränderung des Eisens, z. B. einen gewissen Grad von Entkohlung absichtlich herbeiführen will. — Der Hauptnachtheil eines Flamm-

---

1) E. Dürre, Wissenschaftlich-technisches Handbuch des gesammten Eisengiesserei-Betriebes 2. Bd. Leipzig 1870. — Karmarsch-Hartig Techn. B. I. S. 77. — Technol. Encyklop. Bd. 5 und 22. — A. Ledebur, Das Roheisen in Bezug auf seine Verwendung zur Eisengiesserei, Leipzig 1872. — E. Schott, Die Kunstgiesserei in Eisen, Braunschweig 1873. — Hütte 1868, Taf. 1.

ofens ist der grosse Verbrauch an Brennmaterial. — Die Kupolöfen werden zum Umschmelzen des Eisens überwiegend gebraucht, weil sie die Möglichkeit eines kontinuirlichen Betriebes darbieten, den Schmelzprozess am billigsten ausführen lassen und eine sehr einfache Art des Betriebes gestatten. (Siehe S. 75).

Der Verlust beim Schmelzen beträgt durchschnittlich:

in Tiegeln	10%
in Flammofen	14%
in Kupolöfen	8%

Die hohe Temperatur des geschmolzenen Eisens beschränkt insofern die Auswahl des Materials für die Gussformen, als nur Sand, Lehm, Eisen und Kupfer dazu tauglich sind. Die genannten Materialien finden jedoch sämmtlich Anwendung und zwar für gewöhnlichen Guss, in überwiegendem Masse der grüne Sand. Soll der Guss möglichst weich ausfallen, so nimmt man fetten Sand, oder, und besonders auch für grosse Stücke, Lehm. In solchen Fällen, wo der Guss sehr hart an der Oberfläche (abgeschreckt) werden muss, (Hartguss,[1]) Fonte durcie, F. en coquille, *Hardened castings, Chilled work*), z. B. bei Hartwalzen, Ambosen. Wagenrädern, Herzstücken für Weichen, verwendet man gusseiserne, auch kupferne Formen, (Schalen, Koquillen, [Coquilles, *Chills*], Schalenguss). Mitunter bei der Feingiesserei kommt auch der Schwenk- oder Sturzguss (S. 124) mit Anwendung bleibender Formen vor.

Der Sandguss ist entweder Heerdguss oder Kastenguss. Der Heerdguss wird besonders dann gewählt, wenn es sich um Gusstücke von grosser Ausdehnung und geringer Dicke handelt, (Gitter, Fenstereinfassungen, Theile ordinärer viereckiger Oefen etc.). Der Kastenguss bildet die Regel. — In der Eisengiesserei werden in denjenigen Fällen, wo es sich um Anfertigung einer grossen Zahl gleicher Gusstücke handelt, neuerdings die Formmaschinen[2]) in Anwendung gebracht. Besonders ist es die Röhrenformerei, bei welcher Maschinen sehr geeignet scheinen, die Handformerei zu ersetzen. Sodann im Potteriefache, beim Giessen kleiner Gusstücke für die Massenproduktion, (Schlüssel, Schlosstheile, Thürdrücker, Kugeln etc., Theile an Spinnmaschinen, Webstühlen, Näh- und anderen Maschinen). — Der Tangentialguss ist bei Voll- und Hohlzylindern sehr zu empfehlen.

Das Eingiessen in die Form wird entweder durch Laufenlassen direkt aus dem Schmelzofen, namentlich bei grossen Gusstücken, die zu dem Zwecke in die Dammgruben gesenkt werden oder auf dem Heerde geformt sind, oder vermittelst Handpfannen, Gabelpfannen oder Krahnpfannen, die unter das Stichloch des Ofens gebracht, oder, beim Hochofenguss, aus einem vor dem Hochofen stehenden Reservoir vollgeschöpft werden, vorgenommen. Die Anlage eines Sumpfes ist dabei dann besonders sehr zweckmässig und rathsam, wenn mehrere Gefässe zum Füllen der Form geleert werden müssen. Wichtig ist es, die richtige Wärme des Eisens beim Giessen zu treffen, weil das Eisen weder zu hitzig noch zu kalt sein darf; die Kenntniss von der Natur des Eisens, der Beschaffenheit der Form, der späteren Bestimmung des Gusstückes u. s. w., lässt da die Praxis leicht die Uebung erlangen, an dem Verhalten der Metalls in den Pfannen, ob die Ober-

---

1) Dingler's Journal Bd. 198 S. 45. Polyt. Centr. 1861 S. 1342; 1872 S. 704.
2) Polyt. Centr. 1855 S. 1293; 1860 S. 70; 1866 S. 975; 1868 S. 1432; 1869 S. 1003 u. 1265; 1871 S. 821. Engineering 1871 S. 278. Dingler's Journal Bd. 167. S. 1. Zeitsch. für Berg- und Hüttenwesen 1864. Ztschr. Ver. d. Ing. 1865 S. 682.

fläche ruhig ist, oder sich wellen- und schlangenförmig bewegt, den passenden Grad der Wärme und den Moment des Eingiessens zu erkennen.

Das Ausnehmen des Gusstückes aus der Form soll in der Regel erst nach vollständiger Abkühlung erfolgen. Bei offenem Heerdguss und dann, wenn die Gusstücke noch glühend aus der Form genommen werden, bestreut man sie mit Kohlenpulver zur Verhütung der Oxydation und zu schneller Abkühlung.

Der Eisenguss aus der Form genommen, bedarf gewöhnlich noch einer Zurichtung, die nur in einer äusseren Bearbeitung besteht; oft auch wird noch eine innere Veränderung damit vorgenommen.

Die äussere Bearbeitung beschränkt sich auf das Wegnehmen der Giesszapfen, der Gussnäthe und sonstiger anhängender Theile, vermittelst Meisel, Säge, Feile, Schleifstein, u. s. w. — sowie die Beseitigung des anhängenden Sandes, Kohlenstaubs (Putzen, Ebarber, *To fettle*) und das Richten der etwa gezogenen Stücke, (Platten, Gitter etc.) durch Beschweren mit Gewichten oder Klopfen mit hölzernen Hämmern in der Glühhitze.

Diejenige Nacharbeit, welche eine Veränderung des Materials zur Folge hat, bezweckt dahingegen ein Weichmachen oder ein Hartmachen der Gusstücke. Das Weichmachen des Gusseisens überhaupt heisst Tempern, Anlassen, Adouziren,[1]) (Adoucir, *To anneal, to temper*). Es beruht zum Theil auf der Thatsache, dass hartes Eisen längere Zeit stark geglüht eine weiche Beschaffenheit annimmt und zum Theil auf einer Verwandlung des Gusseisens in Stahl oder Schmiedeisen durch allmähliche Entziehung des Kohlenstoffs.

Wenngleich man in Eisengiessereien zu allen solchen Gusstücken, die einer nachherigen mechanischen Bearbeitung unterworfen werden müssen, oder ihrer Bestimmung gemäss eine weiche Beschaffenheit bedürfen, ein weiches graues Eisen auswählt, so tritt doch, besonders bei nassen Sandformen und an Stellen von geringen Dicken sehr leicht und oft die Abkühlung so schnell ein, dass der Guss strahlig weiss also hart wird. In solchen Fällen findet ein Weichmachen Statt, welches einfach darin besteht, dass man die Gusstücke längere Zeit in der Rothglühhitze erhält und zwar unter Abschluss der atmosphärischen Luft und dann äusserst langsam erkalten lässt. Zu dem Zwecke werden die Gusstücke mit einem gleichzeitig die Oxydation verhindernden schlechten Wärmeleiter umgeben und in Gefässe gepackt, die je nach der Dicke der Gegenstände mehr oder weniger lange Zeit hindurch einer solchen Hitze ausgesetzt werden, dass ihr Inhalt rothglühend ist. Als Umhüllungsmaterial nimmt man Holzkohlen oder Kokspulver; das erstere ist als das reinste vorzuziehen. — Als Gefässe dienen je nach der Grösse der Gegenstände thönerne oder gusseiserne Tiegel und Kasten aus Blech oder Gusseisen. Diese Gefässe werden in passende Oefen[2]) gesetzt, (Tiegel in Windöfen, grössere Gefässe in Flammöfen, welche grosse Aehnlichkeit mit den Zementiröfen der Zementstahlfabrikation haben und zweckmässig mit Generatorgasen gespeist werden) und nach der entsprechenden Einwirkung mit den Oefen, die zu dem Zwecke dicht verschmiert werden, erkalten gelassen. Ueber die Zeit der Einwirkung lassen sich bestimmte Angaben nicht machen, indem sie namentlich von der Beschaffenheit des Eisens selbst abhängt. Mitunter genügt es, ein Gusstück rothwarm aus der Form zu nehmen, dann in einem schon vorgeheizten Ofen bis nahe an den Schmelzpunkt zu erhitzen und mit dem

1) Dingler's Journal Bd. 195 S. 338. 2) Masch.-Konstrukt. 1871 S. 144. — Engineering 1870 S. 372.

Ofen langsam (3 bis 4 Tage lang) abkühlen zu lassen. — Durch diesen Prozess wird das Eisen in graues Eisen verwandelt und mit allen Eigenschaften desselben (Weichheit, graue Farbe, grobkörniges Gefüge) ausgestattet.

Diesem Verfahren steht dasjenige gegenüber, welches ein Weichmachen des Gusseisens durch Verwandlung desselben in Schmiedeisen oder Stahl also durch Entkohlung herbeiführt und als Produkt den sog. schmiedbaren, hämmerbaren Eisenguss, (Fonte malléable, *Annealed cast iron*) liefert und Adouziren im engeren Sinne ist.[1]) — Die Darstellung solchen hämmerbaren Eisengusses fordert nicht allein eine besondere Auswahl des Rohmaterials, sondern auch eine etwas andere Behandlung desselben beim Schmelzen und Giessen. Ein weisses kohlenstoffarmes sonst zur Giesserei nicht zu verwendendes Eisen wird hier deshalb vorgezogen und gewählt, weil dasselbe den Kohlenstoff leichter entlässt als graues Eisen. Da es aber schwerer flüssig wird, so muss die Schmelzhitze sehr hoch werden, um diejenige Flüssigkeit hervorzubringen, welche zur Ausfüllung der Form erforderlich ist. Um diese hohe Temperatur zu erzeugen, findet das Schmelzen auch gewöhnlich in Tiegeln Statt. Das Giessen geschieht aus den Tiegeln und zwar mit besonderer Schnelligkeit, um ein rasches Vollaufen der Form und damit eine gute Ausfüllung zu bewirken. Man setzt dem Gusseisen in diesem Falle auch gern Stahl und Schmiedeisenbrocken (Dreh- und Hobelspäne etc.) zu, weil hierdurch die Umwandlung unterstützt wird.

Die gegossenen Gegenstände werden zunächst dann von den Angüssen befreit und hierauf mit Kohlenstoff oxydirenden Substanzen (Zementirpulver) eingesetzt. Die Wahl der Zementirpulver muss mit Vorsicht getroffen werden, damit nicht etwa dem Eisen Stoffe zuzuführen Gelegenheit geboten wird, welche die guten Eigenschaften des Schmiedeisens beeinträchtigen. Andererseits sollen sie schnell und sicher wirken. In der Regel wählt man sauerstoffreiche Verbindungen, welche den Sauerstoff zum Verbrennen des Kohlenstoffs hergeben, besonders Metalloxyde. Unter diesen steht zu vorliegendem Zwecke das natürlich vorkommende Eisenoxyd (Rotheisenstein) voran. Zu bemerkeu ist hierbei, dass der Rückstand, welcher bei der Fabrikation der Schwefelsäure aus schwefelsaurem Eisenoxyd entsteht und wesentlich Eisenoxyd (Todtenkopf) ist, nicht angewendet werden darf, wegen seines Gehaltes an Schwefel.

II. **Stahlgiesserei.**[2])

Die hohe Hitze, welche der Stahl zum Schmelzen fordert und die nur hinreichend in Tiegeln und auch dann nur bei kleinen Portionen (25 bis 30 Kg.) hervorgebracht werden kann (Tiegelguss), sowie die Dickflüssigkeit dieses Materials, welche nicht nur ein schwieriges Ausfüllen der Form, sondern auch eine bedeutende Blasenbildung veranlasst, legen der Stahlgiesserei grosse Beschränkung auf, wenngleich fortwährend durch Anwendung neuer Form-Materialien und Methoden die Zahl der Stahlgussgegenstände wächst. Die Hauptartikel dieses Giessereizweiges sind: Kanonen, Glocken, Zahn- und Scheibenräder, Radbandagen, (Tyres), Herz-

---

1) Zeitschr. Deutsch. Ing. Bd. 1867 S. 337. Polyt. Centr. 1867 S. 1023; 1870 S. 935; 1871 S. 437; 1873 S. 319. Engineering 1870 S. 473. — Dingler's Journ. Bd. 171 S. 360. 2) Kerpely, Fortsch. 1868 S. 223. Zeitschr. Deutsch. Ing. 1866 S. 313. Engineering 1866 S. 189. Dingler's Journal Bd. 184 S. 390; Bd. 194 S. 83; S. 305.

stücke, Dampfzylinder, Schiffsschrauben, Walzen, Maschinentheile, Pflugschaare.

Als Formen werden verlorene und dauernde verwendet. Die ersteren, die aus einem Material gebildet werden müssen, welches im hohen Grade schwer schmelzbar sein und dann auch sehr poröse Wände liefern muss, werden aus einer Mischung von Schamottemehl mit Thon (Erdformen) hergestellt, (auch wohl aus Lehm) wie bei der Lehmformerei angegeben ist. Manche Theile werden dabei nachgiebig (zerdrückbar) angeordnet, damit das Gusstück beim Erstarren nicht zerreisst.

Die dauernden Formen für kleine Gegenstände, die als Kurrentguss vorkommen, werden ebenfalls aus Stahl (selten Gusseisen) über Modelle gegossen. Ihre einzelnen Theile werden zweckmässig mit Scharnieren an einem Rahmen befestigt, damit sie sofort nach dem Eingiessen aufgeklappt werden können, weil das Gusstück nicht in der Form erkalten darf. Der Einguss ist sodann bei jedem Guss mit Lehm auszustreichen, um an dieser Stelle die Form zu schonen. Auch hier erhält die Form oft die Einrichtung, dass einzelne Theile nachgiebig sind, indem sie z. B. aus Lehm angefertigt werden, oder Keilstücke herausziehen lassen u. s. w. Zur Vermeidung von Blasen an der Oberfläche des Gusstückes überzieht man die innere Formwand mit Thon, Graphit oder Kalk.

Sehr störend ist beim Stahlgiessen die Bildung innerer Blasen durch eingeschluckte Luft in Folge des Zusammengiessens mehrerer Tiegel, oder auch Kohlenoxydgas, das während des Eingiessens entsteht, weshalb viele Mittel zur Verhinderung in Vorschlag gekommen sind. Die wichtigsten sind: längeres Stehenlassen des geschmolzenen Stahls nach dem Zusammengiessen, Erzeugung einer luftleeren Kammer um den Strom, welche die Luft aus dem Metall aussaugt, und besonders ein hoher Druck. Dieser wird auf verschiedene Weise hervorgebracht, je nach Umständen durch einen Giesskopf bis 8 m. Höhe, entsprechend einem Druck von 10 Atmosphären, durch Pressvorrichtungen und sogar durch Schiesspulver, das in kleinen Quantitäten unmittelbar nach dem Eingiessen über dem Metall explodirt.

III. **Messinggiesserei.**[1]) — Tombak —, Argentan-Giesserei.

In der Messing- oder Gelbgiesserei fällt die Operation des Schmelzens mit der Bildung der Legirung selbst (in Sätzen von 12—15 Kg.) zusammen, so dass der Tiegelguss fast ausschliesslich vorkommt.

Zur Anfertigung der Formen dient fast nur Sand und Lehm; grosse Messingplatten, aus denen Messingblech gewalzt werden soll, werden wohl hier und da noch zwischen Granit oder Sandsteinplatten gegossen.

Da der Gelbgiesser gewöhnlich Schmelzer, Former und Giesser in einer Person ist, so erwirbt er sich nicht diejenige Fertigkeit im Formen, welche zur Anfertigung von Formen aus magerem Sande erforderlich ist, weshalb er den fetten Sand oder Lehm als Formmaterial vorzieht. Dem (fetten) Sande wird in der Regel $^1/_4$ bis $^1/_3$ eines Volumens Kohle (wegen seiner Fettigkeit Kienruss) zugesetzt. Oft sogar vermischt man denselben beim Anmachen mit klebrigen Flüssigkeiten, (Bier, Syrup, dünnem Mehlkleister u. s. w.), um seine Plastizität zu erhöhen.

Das Formen in Sand geschieht nach den oben aufgestellten allgemeinen Gesetzen und Regeln mit hölzernen oder Mefallmodellen (letztere aus

---

1) Technol. Encyklop. Bd. 9 Artikel Messinggiesserei. Karmarsch-Hartig, Mech. Techn. Bd. I. S. 100. W. Graham, The brass founders manual. London 1870.

Messing, Blei und Zinn, Hartblei u. dgl.) ausschliesslich in Kasten (Flaschen.) Nach der Herstellung der Form werden die Flaschen in eine Trockenkammer zum Trocknen gebracht, wobei man zweckmässig die vom Feuer des Schmelzofens abziehende Wärme benutzt, weshalb die Anlage Fig. 91 S. 82 zu empfehlen ist. —

Das Giessen wird direkt aus den Tiegeln in die gewöhnlich zwischen Pressen (Formpressen) eingeklemmten Kasten vorgenommen.

Komplizirte Gussgegenstände aus Messing werden sehr häufig in einzelnen Theilen gegossen und diese nachher durch Löthen vereinigt. — Wenn Messing mit Eisen oder Stahl durch Herumgiessen verbunden werden soll, wie z. B. bei Thürgriffen, Knöpfen zu Glockenzügen und ähnlichen Zwecken, ist es rathsam, das Eisen vor dem Einlegen in die Form zu verzinnen und heiss zu machen. Letzteres ist namentlich erforderlich, wenn der Messingkörper bedeutende Dimensionen hat, weil derselbe sonst wegen des starken Zusammenziehens des Messings beim Erkalten leicht reisst.

Das bedeutende Schwindmass des Messings macht die Vorsicht nöthig, unmittelbar nach dem Guss das Gusstück aus der Form zu nehmen und die Kerne zu beseitigen, weil das Abreissen und Zerreissen einzelner Theile, z. B. Speichen eines Rades, Peripherie eines Ringes durch den Widerstand des Formmaterials sonst zu befürchten ist.

Im Allgemeinen ist ein Messinggusstück an der Oberfläche rauh uud unansehnlich, ohne scharf ausgebildete Kanten, von bunter Farbe und mit starken Gussnäthen versehen und bedarf daher stets einer Nacharbeit, welche im Entfernen des Angusses, der Näthe etc. mittelst der Feile oder Säge und in Hervorbringung der gelben Farbe durch Wegfeilen, Abdrehen etc. der rauhen Oberfläche besteht.

Die Darstellung von Gusswaare aus:

Tombak, (Rothgiesserei) und aus

Neusilber stimmt ganz mit der Messinggiesserei überein, nur dass bisweilen bleibende (Stein- und Metall-Formen) angewendet werden.

IV. **Bronzegiesserei.**[1])

Die Bronze besitzt einen sehr hohen Grad der Giessbarkeit, d. h. sie lässt sich leicht schmelzen und füllt in ausgezeichnetem Grade die Form aus, dahingegen im Allgemeinen keine nennenswerthe Dehnbarkeit. Die anderen Eigenschaften dieser Legirung (Zähigkeit, Klangfähigkeit, Politurfähigkeit etc.) machen aber die Anwendung sehr wünschenswerth zu Kanonen, Glocken, Statuen und darum ist die Bronzegiesserei nicht allein zu grosser Ausdehnung, sondern auch zu hoher Vollendung gekommen, so zwar, dass der grösste Theil der Bronzegusstücke geradezu Kunstprodukte sind, welche speziell zu behandeln ausserhalb den Grenzen dieses Buches liegt.

Das Schmelzen der Bronze zum Giessen geschieht gleichzeitig mit dem Zusammensetzen (S. 26). Tiegel werden in der Regel dann angewendet, wenn es sich um Darstellung kleiner Objekte, (Bijouterie) handelt, und Flammofen beim Giessen grosser Gegenstände und wenn zugleich alte Bronze in grossen Stücken eingeschmolzen werden soll.

Da die Gusstücke aus Bronze sich entweder durch eine besonders gute Ausbildung, selbst der feinsten Theile (Kunstguss), oder durch bedeu-

---

1) Karmarsch-Hartig, Mech. Techn. Bd. I. S. 109. T. Harzer, Die Glockengiesserei, Weimar 1854. Technol. Encyklopädie Bd. VII. Artikel: Glocken. Polyt. Centr. 1862 S. 1381; 1867 S. 1167; 1873 S. 1463.

tende Grösse, (Thurmglocken, Kanonen) oder endlich durch beides, (Statuen, Säulen etc.) auszeichnen sollen, so ist das Material zur Anfertigung der Formen fast ausschliesslich fetter Sand oder Lehm. Nur in einzelnen untergeordneten Fällen benutzt man Formen aus Eisen oder Bronze, so z. B. bei der Fabrikation der Schellen, der halbkugeligen Thür-Glocken etc.

Die Methoden des Einformens ergeben sich ebenfalls aus den allgemeinen Gesetzen und Regeln, nur dass in keiner Giesserei soviel von den, Seite 109 etc. angegebenen besonderen Verfahrungsarten Gebrauch gemacht wird, als hier.

Bei solchen Güssen, welche durch ihre komplizirten Umrisse das Formen sehr schwierig machen würden, z. B. bei einer Reiterstatue mit voller Equipirung, werden die einzelnen Theile (Säbel, Säbeltasche, Sporen, Schärpe, Steigbügel, Satteltheile, Zaum etc.) für sich gegossen und nachher mit dem Hauptkörper durch Schrauben, Nieten etc. verbunden.

Das Giessen findet entweder aus den Tiegeln Statt oder direkt aus dem Flammofen durch Laufenlassen, wozu dann vom Stichloch des Ofens bis zur Form, die, wenn sie gross ist, immer in der Dammgrube steht, ein mit Lehm ausgeschlagener Kanal vorhanden ist. Um dem Abkühlen des Metallstromes vorzubeugen, wird die Gussrinne vorher genügend erwärmt, was durch Einwerfen glühender Kohlen geschehen kann. Sollen dabei mehrere Formen gleichzeitig gefüllt werden, so sind von der Hauptrinne Abzweigungen anzubringen, welche nach Füllung der betreffenden Formen durch Einstecken lehmbestrichener Eisenblechstücke abgesperrt werden.

In vielen Fällen, namentlich dann, wenn grosse Formen schnell gefüllt werden müssen und um etwaigen Störungen beim Laufenlassen vorzubeugen, bringt man zweckmässig über der Form ein Sammelgefäss (Tümpel) an, welches durch, mit eisernen Stöpseln verschlossene, Kanäle mit der Form in Verbindung steht. Aus diesem Gefäss, das direkt aus dem Ofen mit Metall gefüllt wird, läuft dann letzteres nach Entfernung der Stöpsel schnell und sicher in die Form. Dieser Tümpel wird aus Backsteinen mit Lehm aufgemauert und vor dem Gebrauch durch Kohlenfeuer gehörig angewärmt.

Der Bronzeguss, der sich durch ein geringes Schwindmass auszeichnet, wird in der Form vollständig erkalten gelassen, (oft, nachdem allerdings einzelne, dem Schwinden hinderliche Formtheile entfernt sind) und daher, mitunter erst einige Tage nach dem Giessen aus derselben herausgenommen. — Die Nacharbeiten bestehen zunächst im Abnehmen der Angüsse, Windpfeifen etc. durch Sägen, dann im Reinigen der Oberfläche durch Abfeilen, Abschleifen, Wegmeisseln und oft zur weiteren Vollendung in Ziseliren.

V. **Zinkgiesserei.**

Die besonders grosse Gussfähigkeit des Zinks, wodurch dasselbe die Formen nicht allein sehr gut ausfüllt, sondern auch die feinsten Eindrücke beibehält, hat eine grosse Verwendung dieses Metalls zu Ornament- und Kunstguss herbeigeführt, trotz seiner geringen Festigkeit und grosser Sprödigkeit, so dass die Zinkgiesserei ein eigener Industriezweig geworden ist, durch den die mannigfaltigsten Gegenstände des täglichen Gebrauchs, (Lampengestelle, Uhrgehäuse, Rauchrequisiten, Schreibzeuge, Buchstaben, Schilder, ferner Kronleuchter, Säulenfüsse, Bekleidungen und Kapitäle, Statuen, Vasen u. s. w. im Grossen hergestellt werden.

In diesen Etablissements, als auch in kleinen Werkstätten geschieht das Schmelzen des Zinks in eingemauerten gusseisernen Kesseln, aus denen dasselbe durch Schöpflöffel in die Form gegossen wird.

Als Gussformen verwendet man solche von Sand sowohl als Lehm und besonders bleibende (aus Bronze, aus Messing oder Eisen), namentlich für Kurrentguss.

Der Sand muss fein aber nicht zu fett sein, weil er nicht getrocknet wird. Selbst komplizirte Gegenstände, z. B. Kronleuchter, werden in solchem Sande und zwar in zweitheiligen Formkasten und sogar bleibenden Formen gegossen, indem man sie in verschiedenen Theilen herstellt, die später durch Löthen vereinigt werden. Bei Hohlguss wird der Kern zweckmässig aus Sand gemacht und im Innern desselben eine Stange von Holz oder Eisen eingeformt, die nach dem Guss sofort herausgezogen wird, um die Gefahr für das Zerreissen des Gusstücks in Folge des bedeutenden Schwindmasses zu beseitigen. Die Metallformen werden vor dem Guss gehörig angewärmt.

Das Eingiessen des Zinks in die Form muss mit Vorsicht geschehen, wegen der leichten Oxydirbarkeit dieses Metalls. Auch darf die Temparatur keine zu hohe sein, weshalb man wohl unmittelbar vor dem Guss einige Stücke ungeschmolzenen Zinks dem flüssigen Metall zusetzt.

VI. **Zinngiesserei.** (Britanniametall[1]).

Das Zinn wird selten ohne Zusatz gegossen, weil es für sich die Formen nicht besonders ausfüllt und in den meisten Fällen auch zu weich ist. Gewöhnlich sind es daher die Legirungen von Zinn mit Blei und mit Antimon, (Britannia-Metall) in sehr wechselnden Verhältnissen, welche in den Zinngiessereien verarbeitet werden.

Alle diese Legierungen werden in eingemauerten gusseisernen Kesseln unter Beachtung der S. 24 gegebenen Vorsichtsmassregeln geschmolzen.

Das Giessen wird fast ohne Ausnahme in bleibenden Formen vorgenommen und dabei in ausgedehnter Weise von dem Stürzen Gebrauch gemacht, weil eine Menge aus Zinn gegossener Gegenstände zu Verwendungen bestimmt ist, bei welchen es auf die Beschaffenheit der inneren Raumwand nicht ankommt, z. B. Kinderservice, hohle Knöpfe, Henkel die auf Gefässen aufgelöthet werden. — Grosse Gegenstände, z. B. Abdampfpfannen für Apotheker, Destillirhelme etc. werden, weil sie nicht oft verlangt werden, in Sand gegossen. — Auch macht man in der Zinngiesserei vielfach Anwendung von der Methode, einzelne Theile des Gusstückes besonders anzufertigen nnd dann durch Zusammenlöthen zu vereinigen. Das Material für die bleibenden Zinngiesserformen oder deren Theile ist hauptsächlich Metall und Stein, mitunter Gyps, Holz, Pappe und Flanell. Unter den Metallformen kommen diejenigen aus Messing am häufigsten vor, weil sie sich leicht vom Gelbgiesser im Rohen anfertigen und vom Zinngiesser selbst ausarbeiten lassen. Das Gusseisen ist aus entgegengesetzten Gründen trotz der grossen Wohlfeilheit weniger beliebt; nur Stahl wird in einzelnen Fällen, wo es auf grosse Glätte ankommt, (namentlich in der Britannia-Metall-Giesserei) und zu Kernen verwendet, wenn diese glatte später nicht gut zugängliche Oeffnungen hinterlassen sollen, z. B. bei der Form zum Giessen der zinnernen Lichtformen, die in den Stearinfabriken in grosser Zahl verwendet werden.

---

1) Karmarsch-Hartig, Mech. Techn. Bd. I. S 128.

Steinformen, namentlich aus weichen Steinen, haben desshalb grosse Aufnahme gefunden, weil der Zinngiesser sich aus diesem Material mit verhältnissmässig einfachen Mitteln bleibende Formen machen kann. Entweder benutzt man weichen feinkörnigen Sandstein, oder Serpentin, oder Schiefer, welche beide letzteren sich sehr leicht auf der Drehbank, durch Schaben, Graviren etc. bearbeiten lassen, äusserst glatte Oberflächen und saubere Güsse liefern; man verwendet sie namentlich zu Formen für die Massenproduktion kleiner Artikel, (Menschen und Thierfiguren, Bäume, Häuser u. s. w.), welche sämmtlich flach gegossen werden und durch Ausbiegen einzelner Theile aus der Ebene die natürliche Gestalt erhalten, wie z. B. ein Baum in flachen Formen gegossen, durch Biegen der Zweige sein rundes Ansehen erhält. Sowohl die Metall- als die Stein-, Gyps- und anderen Formen müssen vor dem Eingiessen gehörig erwärmt und mit einem Ueberzuge versehen werden, welcher das Anhaften des Zinns verhindert.

Die Erwärmung ist nothwendig, um ein schnelles Fliessen des Zinns zu veranlassen und ein Zerspringen der (Stein- und Gyps-Formen) zu verhüten. Der Ueberzug ist entweder Russ, welcher durch das Anrauchen über einem Holzfeuer, einer Licht- oder Lampenflamme in dünner Lage sich absetzt, oder Thon, der durch Auftragen von Lehmwasser und Wegtrocknen der Wassers zurückbleibt. Stein-, Pappe-Formen werden mit Kreidewasser überzogen.

Das Giessen wird mit Schöpflöffeln vorgenommen und zwar heiss (Heissgiessen), oder kalt (Kaltgiessen). Beim Heissgiessen wird das Zinn erst fast bis zur Rothglühhitze erwärmt und dann in die ebenfalls stark durch Eintauchen in das flüssige Metall vorgewärmten Formen gegossen, worauf diese sofort wieder gekühlt werden, was durch Umschlagen nasser Lappen geschieht. Man erhält durch die Methode, welche jedoch nur bei Metallformen anwendbar, die schärfsten Güsse, die sich ausserdem durch Härte, Klangfähigkeit und Steifheit auszeichnen.

Beim Kaltgiessen wird das Zinn nur soweit erhitzt, dass es auf der Oberfläche nicht farbig anläuft, und so in die Form gegossen.

Die Formen werden beim Giessen gewöhnlich in der Hand gehalten und sind dann mit hölzernen Handgriffen versehen, oder zwischen den Knien, oder wenn sie gross sind, frei auf den Tisch gelegt, oder endlich in die Formpresse gebracht. — Die Gusstücke, welche ähnliche Nacharbeiten wie die andern erfahren, müssen vor dem Ausnehmen aus der Form durch Wasser abgekühlt werden, weil das Zinn in heissem Zustande unmittelbar nach dem Erstarren sehr mürbe und zerbrechlich ist.

VII. **Bleigiesserei.**[1])

Die Eigenschaften des Bleies lassen nur eine geringe Benutzung seiner Gussfähigkeit zu, so dass sich der Bleiguss auf wenige Gegenstände beschränkt. Sein grosses spezifisches Gewicht macht es zu Geschossen, (Kugeln, Schrot), seine Biegsamkeit zu Fensterblei, Röhren und seine Weichheit zu solchen Gegenständen geeignet, welche durch einfache Pressvorrichtungen bestimmte Eindrücke erhalten und bewahren sollen, (Plomben). Demnach beschränkt sich die Bleigiesserei auf diese einfachen Gegenstände, zu denen allerdings noch einige aus Bleilegirungen hinzukommen. Zu diesen gehören namentlich die beweglichen Buchdruckerlettern (Typen) aus Hartblei und diesem ähnliche Kompositionen. — Da aber die Schriftgiesserei ein spezieller Fabrikationszweig ist, so fällt

1) Karmarsch-Hartig, Mech. Techn. Bd. I. S. 117.

sie ausser den Grenzen dieses Buches. — Selbst das Giessen der Bleiröhren und Platten ist wegen der Vorzüge, die gepresste Röhren und gewalzte Platten vor gegossenen haben, ziemlich ausser Gebrauch gekommen. Auch sind gegossene Kugeln durch die gepressten fast verdrängt, weil die ersteren oft kleine Höhlungen bekommen, welche den Schwerpunkt verlegen und den Flug unsicher machen, so dass sie doch oft in einer Kugelpresse nachgepresst werden.

Wegen der Leichtflüssigkeit des Bleies gebraucht man ebenfalls eingemauerte Kessel zum Schmelzen. —

Als Formmaterial wählt man in einzelnen Fällen, z. B. zu Platten Sand oder Stein, in anderen Fällen, zu Kugeln, Plomben etc. Eisen. Die Kugelformen, (Kugelmodeln, Moule à balles, *Bullet mould*), werden stets von Eisen angefertigt und bestehen aus einer Art Zange, deren Maulflächen die Höhlung der halben (Rund- oder Spitz-) Kugel besitzen. Der Einguss liegt in einer beweglichen Platte, welche bei der Seitwärtsverschiebung den Giesszapfen zugleich abschneidet.

Das Giessen der kleinen Kugeln, (Schrot, Flintenschrot, Bleischrot, Hagel, Schiesshagel, Dragée, Plomb de chasse, *Shot*), bietet insofern einiges Interesse, als dasselbe ohne eigentliche Gussformen stattfindet. Es wird dadurch ausgeführt, dass man geschmolzenes Blei auf ein mit vielen kleinen Löchern versehenes Sieb giesst, das mit einer lockeren Substanz (Bleiglätte) bedeckt, damit das Blei nicht in Strömen durchfliesst, sondern in Tropfen durchsickert. Diese Tropfen, welche durch einen (30—36 m.) hohen Raum (Schrotthurm) hindurchfallen und sich dadurch abrunden und abkühlen, werden schliesslich in einem Bottich mit Wasser zur vollständigen Abkühlung aufgefangen, dann durch Siebe sortirt und endlich in, sich um ihre eigene Achse drehenden, Polirtrommeln mit Reissblei polirt. Um die Tropfenbildung zu befördern setzt man dem Schrotblei etwas Arsenik, Realgar oder Antimon oder beides zu. Neuerdings kommt man wieder von der Anwendung hoher Schrotthürme dadurch ab, dass man den niederfallenden Bleitropfen zur schnelleren Abkühlung einen kalten Luftstrom entgegentreibt.

VIII. **Gold- und Silbergiesserei.**[1])

Gold und Silber wird selten anders als in den einfachsten Formen, (Platten, Stäbe) gegossen, weil man wegen des hohen Werthes dieser Metalle mit wenigen Ausnahmen die Gegenstände so dünn verlangt, dass die Giesserei sie nicht mehr herzustellen vermag. Auch desshalb ist das Giessen beschränkt, weil man Gold und Silber durch Schmieden, Prägen, Stanzen, Treiben und dergl. leicht in jede beliebige Form bringen kann, der man durch Ziseliren etc. weitere künstlerische Vollendung zu geben im Stande ist. Das Giessen zu Platten und Stäben dahingegen findet sehr häufig Statt, weil diese Vorformen für die weitere Verarbeitung durch Walzen und Drahtziehen zu Blech und Draht, Zainen in Münzen, am günstigsten sind.

In solchen und anderen Fällen wird das Schmelzen dieser Metalle oder ihrer Legirungen ausschliesslich in Tiegeln vorgenommen, welche in einem kräftig ziehenden Windofen oder neuerdings Gasofen stehen.

Die Formen sind dann aus Eisen und gehören zu der Klasse der Eingüsse (Seite 111). In einzelnen Fällen giesst man auch wohl in Sand oder in Sepia, (Blackfischbein) der bekannten lockeren Masse, welche zum

---

1) K. v. Kulmer, Die Kunst des Goldarbeiters. Weimar 1872 S. 55.

Schleifen der feinen weissen Holzarbeiten dient. Bei Benutzung der letzteren drückt man das Modell in zwei Stücke der nachgiebigen Sepia so ein, dass man zwei sich deckende Formtheile erhält, schneidet mit dem Messer einen Einguss aus und giesst.

Drittes Kapitel.

Von der Bearbeitung der Materialien auf Grund ihrer Dehnbarkeit.

Die Mechanik, welche sich damit beschäftigt, die Bedingungen aufzusuchen, denen irgend welche auf einen Körper einwirkende Kräfte sowohl in Grösse als Richtung genügen müssen, damit sie sich in Gleichgewicht befinden, d. h. damit keine Bewegungsänderungen an dem Körper eintreten, legt zunächst ihrer Betrachtung einen materiellen Punkt oder ein System von materiellen Punkten zu Grunde. Ein solches System von materiellen Punkten ist anzusehen als ein Aggregat von Molekülen, welche einzeln einen sehr kleinen Raum einnehmen und sehr nahe neben einander liegen. Indem man bei einem solchen System die Annahme macht, dass die Moleküle in gegenseitig unabänderlicher Lage und Entfernung von einander bleiben, nennt man den Körper *starr*. — In Wirklichkeit aber kommt man bald zu der Wahrnehmung, dass ein absolut starrer Körper nicht existirt, denn man findet, dass ein Aggregat von Molekülen unter der Einwirkung von Kräften Gestaltveränderungen erleiden, also Bewegungsänderungen erfahren kann. Innerhalb einer gewissen Grenze können diese Kräfte zwar so kleine Gestaltveränderungen herbeiführen, dass diese nicht oder kaum wahrnehmbar werden und nach Beseitigung der wirkenden Kräfte sogar wieder vollständig verschwinden; wenn sie aber diese Grenzen überschreiten, so treten die Gestaltveränderungen nicht nur als messbare Grössen auf, sondern sie erreichen leicht einen Grad, bei dem ein Zurückkehren auf die ursprüngliche Ausdehnung des Körpers nicht mehr stattfindet, bei dem also eine bleibende Aenderung eintritt. Da man diese Erscheinung ebenso gut findet bei einer Annäherung als bei einer Entfernung der Moleküle von einander, so führt sie, weil man eine gegenseitige Durchdringung nicht zugeben kann, unmittelbar zu der Erkenntniss, dass im Innern jedes Körpers Kräfte thätig sein müssen, welche innerhalb einer gewissen Grenze attraktiv und repulsiv auftreten, denn die Annäherung kann nur durch Abstossung, die Entfernung nur durch Anziehung aufgehoben werden. In dem Körper selbst befinden sich diese Kräfte im Gleichgewicht, weshalb derselbe von sich aus auch keine Bewegungsänderung annehmen kann. Weil aber das Volumen eines Körpers unter dem Einfluss einer, die obengenannte Grenze überschreitenden Kraft, also auch seine Dichtigkeit sich ändert, so folgt daraus weiter, dass die Körpertheilchen (*Atome*) sich nicht berühren, sondern Lücken zwischen sich lassen, allerdings unter der begründeten Annahme, dass die Atome selbst einer Grössenveränderung nicht fähig sind. Diese Zwischenräume zwischen den Atomen bezeichnet man als Poren, welche, mit einem unwägbaren Stoff (Aether) ausgefüllt, als der Sitz der *abstossenden* Kräfte angenommen werden, während die Atome selbst die *anziehenden* Kräfte beherbergen.

Indem sich also die Atome gegenseitig anziehen und die Aetherhüllen sich gegenseitig abstossen, kann nur in einer bestimmten Entfernung der

Atome von einander in diesen abstossenden und anziehenden Kräften Gleichgewicht vorhanden sein, weil bei einer Annäherung der Atome die abstossenden Kräfte der Aethertheilchen und bei einer Entfernung derselben ihre eigene anziehende Kraft ein Uebergewicht erhält. Da nun ein Atom mit seiner Aetherhülle als Molekül angesehen wird, so hat man die ihm innewohnenden Kräfte die Molekularkraft benannt.

Die Molekularkraft ist demnach die Ursache der Eigenschaft, vermöge welcher die, durch eine von aussen herantretende Kraft entstandene Formveränderung wieder verschwindet, und welche Elastizität genannt wird. — Je grösser die Kraft sein kann, welche eine wieder verschwindende Formveränderung hervorbringt, desto grösser ist die Elastizität des Körpers. Bei dem ersten Einwirken einer äussern Kraft ist noch der Widerstand klein; er wächst aber mit der Einwirkung, bis er sein Maximum erreicht hat: dann tritt zuerst eine bleibende Formveränderung des Körpers, darnach eine Trennung der Moleküle ein. — Hieraus ergibt sich nunmehr, dass bei der Einwirkung äusserer Kräfte auf ein Aggregat von Molekülen drei Stadien zu unterscheiden sind, das erste, bei dem die Formveränderung durch die Elastizität wieder verschwindet, das zweite, wobei eine bleibende Formveränderung eintritt und das dritte, wobei ein Trennen der Moleküle erfolgt. Beim zweiten Stadium hat die Elastizität also ihre Grenze (Elastizitätsgrenze) erreicht.

Die gegenseitige Lage der Moleküle ist in jedem dieser drei Stadien offenbar verschieden. Am Anfang des ersten Stadiums befinden sie sich in ihrem natürlichen Zustande also im stabilen Gleichgewicht.

Darauf ändern sie ihre Lage, indem die Entfernungen zwischen ihnen sich vergrössern oder verkleinern. Sie befinden sich dann im Zustande einer vorübergehenden Spannung.

Zu Anfang des zweiten Stadiums befinden sich desshalb die Moleküle schon in einer nicht natürlichen gegenseitigen Lage. — Eine sodann noch weiter gehende Entfernung oder Annäherung geht nicht mehr vorüber und die Spannung wird eine bleibende.

Im dritten Stadium tritt die Erscheinung des zweiten Stadiums nur in erhöhtem Grade und zwar bis zur gänzlichen Beseitigung der Zusammenhanges ein.

Der Zusammenhang (die Kohäsion) der Moleküle wird daher bei der Einwirkung einer äusseren Kraft immer mehr und mehr gelockert und demnach das Vermögen eines Körpers, äusseren Kräften Widerstand zu leisten (die Festigkeit) immer kleiner und kleiner.

Hieraus geht denn auch der für den Techniker so wichtige Satz hervor, keinen Körper dauernd über die Elastizitätsgrenze hinaus auf seine Widerstandsfähigkeit in Anspruch zu nehmen; und ferner, dass eine bleibende Formveränderung nur durch eine über die Elastizitätsgrenze hinausgehende äussere Einwirkung hervorgebracht werden kann.

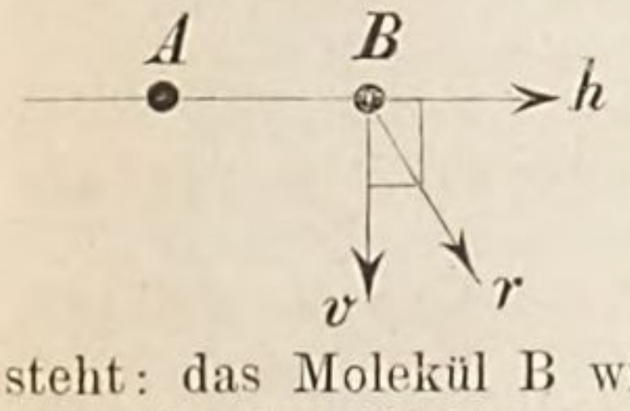
Wenn somit die Festigkeit eines Körpers in einer bestimmten Beziehung steht zu der Lage der Moleküle, so ist es doch nicht allein der absolute Abstand der Atome, welche diese Beziehung bedingt, weil dann zwischen Dichtigkeit und Festigkeit ein leicht auffindbarer Zusammenhang bestände, sondern es ist vielmehr diese Beziehung wesentlich von der Natur des Körpers abhängig. —

Schon die Aggregatzustände der Körper im Allgemeinen und eines Körpers insbesondere zeigen welche Rücksichten man auf die Natur der Körper, bei der Betrachtung der Kohäsion und der Widerstände gegen äussere Einwirkung, nehmen muss, wie bereits Seite 4 näher erläutert

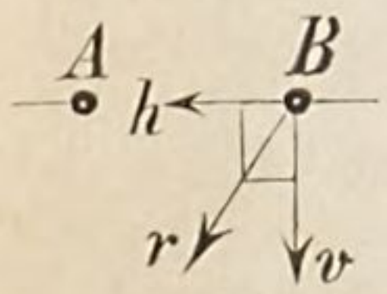
wurde. Deshalb haben auch nicht nur die verschiedenen Körper trotz gleicher Dichtigkeit fast sämmtlich andere Elastizitätsverhältnisse (also auch verschiedene Festigkeit), sondern ein und derselbe Körper ist je nach seinem Aggregatzustande in Bezug auf die Grösse seiner Molekularkraft sehr verschieden. Endlich ist noch hier zu erwähnen, dass kein Körper eine vollständig gleiche Massenvertheilung (Homogenität) besitzt, sondern immer mehr oder weniger heterogen ist und also an verschiedenen Stellen verschiedene Festigkeit besitzt. (Hierdurch erklärt sich z. B. die Erscheinung, dass ein Körper von gleichem Widerstande bei übermässiger Belastung nicht in Moleküle zerfällt, sondern gewöhnlich nur an einer Stelle zerbricht; ferner das eigenthümliche Verhalten des Holzes etc.)

Auf zwei neben einander liegende Moleküle AB, durch deren Schwerpunkte man sich eine Gerade gelegt denkt, können zwei Kräfte nun in Bezug auf diese Gerade so einwirken, dass ihre Richtung entgegengesetzt ist: sie haben dann das Bestreben, eine Entfernung der Moleküle von einander durch Zug zu veranlassen und werden Zugkräfte genannt.

Zweitens, zwei Kräfte können in der Verbindungslinie AB so wirken, dass sich ihre Richtungen zukehren: sie bewirken eine Annäherung der Moleküle durch Druck und heissen Druckkräfte.

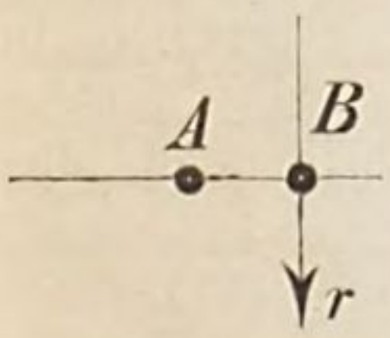


Drittens, zwei Kräfte h und v greifen das eine Molekül B an, und zwar die eine h ziehend, also in der Richtung der Verbindungslinie eine Entfernung der Moleküle anstrebend, die andere v aber in einer Linie, welche im Schwerpunkt des Moleküls B zu der ersten Kraft rechtwinklig steht: das Molekül B wird durch die Mittelkraft r eine Bewegung annehmen in der Richtung der Resultirenden r beider Bewegungen, also aus der Linie AB heraustreten und seinen Abstand zu A vergrössern. Derselbe Vorgang in umgekehrter Weise wird stattfinden,



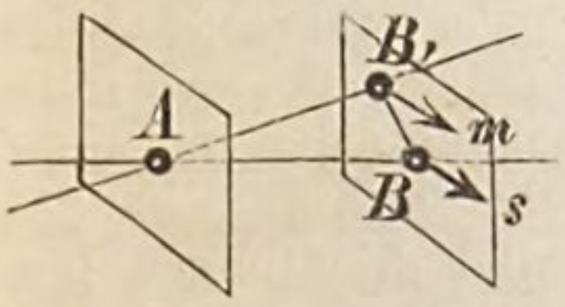
wenn die Kraft h auf B drückend wirkt: die Resultirende r bewirkt ein Heraustreten des B aus der Linie AB und eine Annäherung an A.

Wenn alle drei Kräfte, Zug-, Druck- und Normalkraft, jedoch gleichzeitig und so angebracht werden, dass die Mittelkraft r normal auf AB steht, so wird die resultirende Richtung eine solche werden können, dass der Abstand des Moleküls B von A konstant bleibt, und also B sich um A in der Entfernung AB dreht.



Der hierbei stattfindende Vorgang bewirkt das Verbiegen, die Resultirende der wirkenden Kräfte ist die biegende Kraft.

Legt man durch die Schwerpunkte der Moleküle AB zwei parallele Ebenen und lässt dann auf ein Molekül zu B in der diesem zugehörenden



Ebene eine Kraft wirken, während man sich das andere Molekül fest denkt, so verursacht diese Kraft eine verschiedene Wirkung: Liegen beide Moleküle in den Durchschnittspunkten einer auf beiden Ebenen rechtwinkig stehenden Geraden, so folgt:

Viertens eine Verschiebung oder Abscheerung durch die dann wirkende Schubkraft s.

Liegt jedoch nur das Molekül A in dem Durchschnittspunkt, das Molekül B aber neben dieser Linie und sucht die Kraft m das Molekül B, um diese A B als Achse zu drehen, so tritt endlich:

Fünftens der Fall der Drehung, Verdrehung oder Torsion ein, deren Ursache ein Kräftepaar ist, welches die Drehkraft genannt wird.

In diesen fünf Möglichkeiten und ihren Kombinationen sind alle Fälle erschöpft, in welchen äussere Krafteinwirkungen Formveränderungen hervorzubringen vermögen, sogar auch diejenigen eingeschlossen, welche auf einer Trennung der Moleküle beruhen.

Dehnt man daher diese Betrachtung auf ein Aggregat von Molekülen aus, um sich der Wirklichkeit anzuschliessen; so wird man die Grundlage gewinnen, auf welche die Formveränderung durch gegenseitige Verschiebung der kleinen Theilchen (zunächst ohne Trennung derselben) gestützt werden muss.

Ein prismatischer Stab, der in seiner Längenausdehnung gezogen wird, erleidet in dieser Richtung zunächst eine Verlängerung. Diese Verlängerung, die je nach der Natur des Körpers unter sonst gleichen Verhältnissen sehr verschieden ausfällt, ist immerhin aber, bis der Bruch erfolgt, nur eine verhältnissmässig kleine, d. h. wenn die Absicht vorläge, auf solche Weise den Stab länger zu machen, so würde man sehr bald durch den Mangel an Kohäsion daran gehindert werden. Mit der Verlängerung des Stabes tritt jedoch gleichzeitig und in einer gewissen Abhängigkeit davon eine Querschnittsverminderung ein. Aus diesem Grunde wird die Dichtigkeit stabförmiger Körper nicht in dem Grade vermindert, als aus dem Verlängerungsverhältniss gefolgert werden müsste, also auch eine grössere Verlängerung hervorgebracht, als gerade vermöge der Kohäsion allein möglich ist.

Der Beitrag, der auf diese Weise der Kohäsion erwächst, ist zwar an und für sich nicht gross; die Erscheinung selbst aber zeigt vor Allem, dass die einseitige Spannung in der Längenrichtung (der Zug) ein Zusammendrücken rechtwinklig gegen die Zugrichtung zur Folge hat. Aus dieser Thatsache aber ist der Schluss zu ziehen, dass die Einwirkung der Molekularspannung nach einer Richtung zugleich die Wirksamkeit dieser Kraft auch nach anderen Richtungen, also selbst rechtwinklig zu der ersten hervorruft, und dass demnach bei jedem Molekül nach allen Richtungen hin das Bestreben zur Aeusserung kommt, der Verschiebung entgegen zu wirken.

Ein kurzer prismatischer Stab erleidet daher, wenn ein Druck auf seine beiden Endflächen ausgeübt wird, auch in der Richtung rechtwinklig zu dem Druck eine Verdickung, die oft und leicht vollständig bauchig wird. Dies beweist, dass auch in diesem Falle eine Theilnahme aller Moleküle an der Formveränderung, d. h. eine Verschiebung in solcher Richtung als zur Verhinderung einer Raumgrössenveränderung nothwendig erscheint, eintritt. Diese Dickenzunahme gleicht zwar ebenfalls nur einen Theil der inneren Spannung aus, ohne deshalb eine Dichtigkeitszunahme und bei entsprechendem Druck eine Zertrümmerung des Stabes verhindern zu können. Der Vorgang selbst aber zeigt unzweifelhaft, dass ein Körper, der unter solchem Druck steht, dass normal zu diesem Druck ebenfalls eine Verschiebung der einzelnen Moleküle von dem Zentrum des Körpers radial nach aussen eintritt, sich in einem Zustande befindet, der mit dem einer flüssigen Masse verglichen werden kann, in welcher sich ja bekanntlich ein Druck auf einen Theil der Oberfläche nach allen Richtungen hin gleichmässig fortpflanzt. Hieraus folgt wiederum der Einfluss des Aggregatzustandes auf die Verschiebbarkeit der Moleküle (Seite 4).

Durch den Einfluss eines äusseren Druckes erleidet ein fester Körper eine solche Kompression, dass sich die Spannung seiner Moleküle auch äusserlich durch eine Zunahme an Härte zu erkennen giebt, während die durch eine ähnliche Zugkraft hervorgebrachte Spannung sich mehr durch eine Härteabnahme kennzeichnet.

Die Härte hängt demnach ebenfalls innig mit der inneren Spannung zusammen, so zwar, dass sie z. B. mit Druckspannung wächst und vor der Zertrümmerung des Körpers ihr Maximum erreicht. Sie bietet daher in vielen Fällen ein willkommenes Zeichen zur Erkennung der gefährlich werdenden Spannung.

Wenn einem Körper durch einen bestimmten Druck ein gewisser Grad von Härte ertheilt ist — welcher Grad auch wieder besonders von der Natur des Körpers abhängt — und somit die Moleküle eine unnatürliche gespannte Lage erhalten haben, so muss sich die natürliche Gleichgewichtslage offenbar wieder dadurch herstellen lassen, dass man die Annäherung der Moleküle durch eine sie von einander entfernende Kraft aufhebt. Die expandirende Kraft, welche für diesen Zweck sehr geeignet erscheinen muss, ist die Wärme. Sie besitzt die Eigenschaft, nach allen Richtungen hin zu wirken und von aussen her bis zum innersten Molekül vorzudringen. Unterwirft man in der That einen, durch Druckkräfte hart gewordenen Körper der Erwärmung, so wird dadurch nicht nur in den meisten Fällen das Zeichen der inneren Spannung, die Härte, sondern mit diesem Zeichen die Spannung selbst soweit beseitigt, dass die Bedingungen für die natürliche Gleichgewichtslage der inneren Kräfte wieder erfüllt werden.

Stellt man nun die, der mechanischen Technologie zugewiesene Aufgabe »die Formveränderung eines Körpers durch Verschiebung einzelner Theilchen gegen einander vorzunehmen« als eine der Möglichkeiten der Formveränderung überhaupt, den eben gegebenen Andeutungen über den dabei in dem Körper stattfindenden Vorgang näher, so muss zuerst folgender Punkt in Erwägung gezogen werden:

«Zu einer bleibenden Formveränderung ist der Körper über seine Elastizitätsgrenze hinaus, auf seinen inneren Widerstand in Anspruch zu nehmen.»

Aus diesem Punkt geht zunächst die Eigenschaft hervor, die ein Körper besitzen muss, um überhaupt eine Formveränderung zuzulassen: er muss weit über die Grenze der Elastizität hinaus eine Verschiebung seiner Theile zulassen, ohne den Zusammenhang derselben zu zerstören. Diese Eigenschaft wird mit dem Namen Dehnbarkeit (Ductilité, *Ductility*), auch Zähigkeit, Geschmeidigkeit, in speziellen Fällen Hämmerbarkeit (Malléabilité, *Malleability*) oder Ziehbarkeit bezeichnet. — Verwandt mit diesen Eigenschaften ist die Weichheit; hierunter versteht man die Eigenschaft der Metalle, einem Druck nachzugeben, ohne zu brechen und ohne wieder in die ursprüngliche Form zurückzukehren, wenn sie in hohem Grade vorhanden ist. — Ist ein Mangel an Dehnbarkeit mit grosser Härte verbunden, so nennt man den Körper spröde; tritt derselbe Mangel mit Weichheit zusammen auf, so wird der Körper mürbe genannt.

Die Dehnbarkeit ist bei den einzelnen Körpern höchst verschieden. Die wichtigsten Metalle reihen sich in Bezug auf ihre Dehnbarkeit etwa wie folgt[1]):

---

1) Percy-Knapp, Metallurgie. Bd. 1, S. 8.

Hämmerbarkeit.	Ziehbarkeit.
Gold	Gold
Silber	Silber
Kupfer	Platin
Zinn	Eisen
Platin	Nickel
Blei	Kupfer
Zink	Zink
Eisen	Zinn
Nickel	Blei.

Das Holz ist fast gar nicht dehnbar, nur in geringem Grade zu biegen.

Wenn ein Körper allein durch Zug, oder Druck, oder Biegung etc. in eine andere Form gebracht werden sollte, so würde sehr bald die Dehnungsgrenze erreicht und somit die Möglichkeit einer weiteren Formveränderung nicht allein abgeschnitten, sondern zugleich die Festigkeit des neu entstandenen Körpers auf das äusserst geringste Mass und zwar häufig bis zum vollständigsten Unbrauchbarsein zurückgeführt werden.

Aus zwei Gründen ist es darum nothwendig, den durch den Zug vergrösserten Abstand der Moleküle durch eine gleichzeitige Kompression, und den durch Druck verkleinerten Abstand durch eine Streckung auszugleichen, so dass in beiden Fällen möglichst die Gleichgewichtslage der Moleküle erhalten bleibt, trotz der grossen absoluten Entfernung, welche einzelne Moleküle oft gewinnen. — Wenn man einen Metallstab z. B. durch Walzen oder Drahtziehen auf das n fache der eigenen Länge ausgedehnt hat, so haben sich auch die in einer Längslinie liegenden Moleküle um das n fache ihres ursprünglichen Abstandes von einander entfernt und deshalb müssen sich bei dieser Ausdehnung zwischen je zwei Moleküle auch n Moleküle eingeschoben haben, wenn die Festigkeit, also die innere Spannung, die natürliche geblieben ist.

In diesem Sinne ist auch die Dehnbarkeit als Eigenschaft eines Körpers aufzufassen, also weder gleichbedeutend noch gleichwerthig mit Ausdehnungskoeffizient zu nehmen.

Die Dehnbarkeit kann bei manchen Metallen durch die Wärme vergrössert werden, während sie bei anderen durch Erwärmung manchmal ganz vernichtet wird. Das Schmiedeisen z. B. ist in der Glühhitze noch viel dehnbarer als bei der gewöhnlichen Temperatur; Kupfer ist bei dunkelrother Glühhitze (600°) am dehnbarsten, über diese Temperatur hinaus bis eben vor dem Schmelzen erwärmt, wird es so spröde, dass es sich leicht pulvern lässt; die grösste Dehnbarkeit des Zinks liegt bei 150°, u. s. w. Die Wärme eignet sich daher nicht nur vorzüglich als ausdehnende Kraft, sowohl um die durch Druck entstandene Härte zu beseitigen, als auch die Bildung der Härte selbst zu verzögern, sondern bildet auch ein wichtiges Unterstützungsmittel bei der Bearbeitung vieler Körper, wenn sie deren Dehnbarkeit erhöht.

I. **Von den Vorrichtungen zum Erwärmen.** [1])

Das Erwärmen des Arbeitsmaterials geschieht, wie oben erklärt wurde, namentlich aus zwei Gründen; einmal zur Erhöhung der Dehnbarkeit und dann, um die während der Arbeit entstandene Härte zu beseitigen (Aus-

---

1) Technol. Encyklop. Artikel: Schmieden. — Wiebe, Maschinenbaum. 2. Abth. S. 342. — Heusinger Handbuch. Bd. IV. S. 169. — Petzholdt, Fabrikation etc. des Eisenbahnmaterials, Wiesbaden 1872.

glühen, Glühen, Recuire, décrouir, *Anneal*) und ist daher hauptsächlich bei der Verarbeitung der Metalle nothwendig. Nicht nur für diese verschiedenen Zwecke, sondern namentlich auch wegen der verschiedenen Metalle, der verschiedenen Grösse der Arbeitsstücke, nach der Gattung des Brennmaterials und der Art der Luftzuführung etc. sind die Vorrichtungen zum Erwärmen sehr von einander abweichend konstruirt.

Man kann hier die Unterschiede wesentlich ebenso feststellen als bei den Schmelzapparaten S. 75 geschehen ist. Das Metall kommt entweder mit dem Brennmaterial in direkte Berührung, oder es wird von den brennenden Gasen (Flammen) oder endlich in Gefässen erhitzt, deren Wände die Wärme von umspülendem Feuer erhalten.

Diese Unterschiede sind vor Allem von Einfluss auf die Wahl des Brennmaterials, das in dem ersten Falle möglichst rein, in dem zweiten Falle lange Flamme und in dem dritten Falle nur überhaupt grosse Glut zu erzeugen im Stande sein muss. Das für den Betrieb dieser Vorrichtungen in Gebrauch stehende Brennmaterial ist Holzkohle, Steinkohle, Koaks, Holz, Torf, Braunkohle und Gas. Unter diesen ist die Steinkohle (Anthrazit ausgenommen) das wichtigste Material, weil sie, wenn sie einigermassen rein von Schwefel ist und Flamme giebt, in allen Fällen Anwendung findet. — Deshalb genügt es hier auch, hauptsächlich von denjenigen Apparaten zu sprechen, die mit Steinkohlenfeuerung ausgestattet sind, um so mehr als dieselben Vorrichtungen für Koaks, Holzkohle u. s. w. gebraucht werden.

A. Gebläse.

Da die Steinkohle eine hohe Entzündungstemperatur besitzt und schwer brennt, so ist es erforderlich, ihr zum Zweck einer regelmässigen Wärmeentwickelung die Luft (Wind) auf sicherem Weg in bestimmter Menge zuzuführen. Diese Zuführung geschieht entweder durch besondere mechanische Vorrichtungen (Gebläse) oder auf natürlichem Wege durch den sogenannten Zug.

Die Gebläse (Soufflet, Machine soufflante, *Blast-machine*)[1]) bewirken eine Bewegung der Luft nach der Verbrauchsstelle, indem sie dieselbe komprimiren und dadurch ausdehnungsfähig machen, oder fortschieben. Sie bestehen entweder aus einem Luftbehälter, dessen Volumen sich abwechselnd vergrössert oder verkleinert und sich dadurch oft mit Luft füllt und dann dieselbe herauspresst oder aus einem Apparat, der die Luft in rasche Bewegung setzt und sie vermöge ihrer Trägheit zwingt, in die Windleitung einzutreten.

Das gewöhnlichste Gebläse der ersten Art für die Metallverarbeitung ist der Blasebalg (Soufflet, *Bellows*), den man als ein Gefäss mit biegsamen und festen Wänden ansehen kann, wovon die letzteren gegen einander bewegt, den Raum vergrössern, umgekehrt verkleinern. In der Regel wird die Bewegung der festen Wände drehend (in einem Bogen) ausgeführt, seltener geradlinig. Im ersten Falle besteht der Blasebalg, Fig. 166, aus zwei Holztafeln a b von trapezförmiger, also nach dem einen Ende c spitz zulaufender Fläche (Spitzbälge), welche

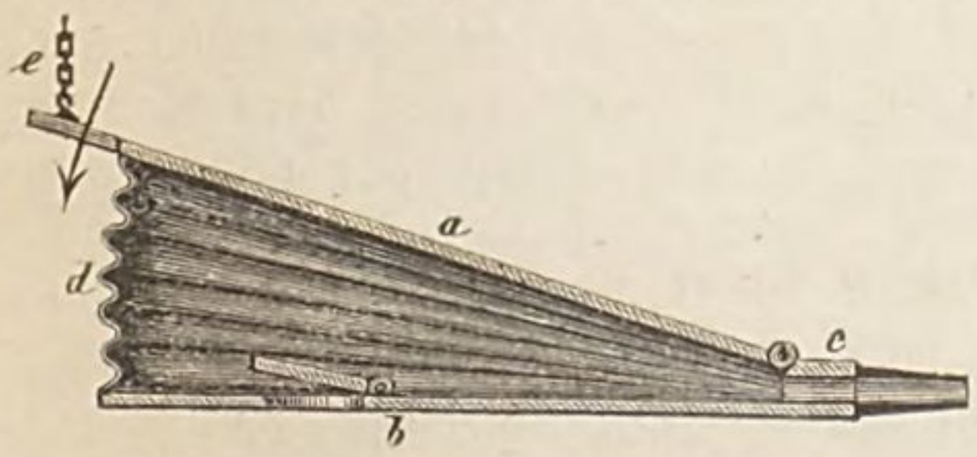


Fig. 166.

1) Hauer, Die Hüttenwesens-Maschinen, Wien 1867. S. 1. — Kerl, Grundriss der Hüttenkunde, Leipzig 1872. S. 203.

am Rande durch in Falten gelegtes Leder d mit einander verbunden sind. Die eine (obere) Holzplatte a bewegt sich nun gegen die andere (untere) b um eine Art Scharnier bei c, das an dem spitzen Ende angebracht ist, vermittelst einer Zugkette e, welche ihrerseits durch Hebel in Bewegung gesetzt wird. Da diese einfachste Konstruktion den Wind jedoch stossweise fortschaffen würde, so ist zur Hervorbringung eines kontinuirlichen Luftstromes noch ein Regulator anzubringen. Der dadurch entstehende doppelte Blasebalg (Soufflet à double vent, S. de maréchal, S. rabier, *Double bellows*), Fig. 167, besteht in der Regel aus einem über dem festen Boden f angebrachten Reservoir B, das auch, wie der untere Theil aus einem beweglichen Holzblatt (Deckel) a und einem Lederbalg hergestellt ist. Der Wind wird dann erst von dem unteren Balg in das Reservoir gedrückt, um von diesem durch die Düse g im Balgkopf und die Form h nach dem Feuer zu gelangen. Zur Regulirung des Winddruckes wird der Deckel mit Gewichten beschwert; desgleichen hängt an der unteren Platte ein Gewicht P, um diese niederzuziehen, damit ein neues Luftquantum durch das Eintritts-Klappenventil v in den Balg gelangt, welches sodann beim Aufziehen dieser Platte durch das Klappenventil w in das Reservoir gedrückt wird, wobei der Deckel a sich entsprechend hebt.

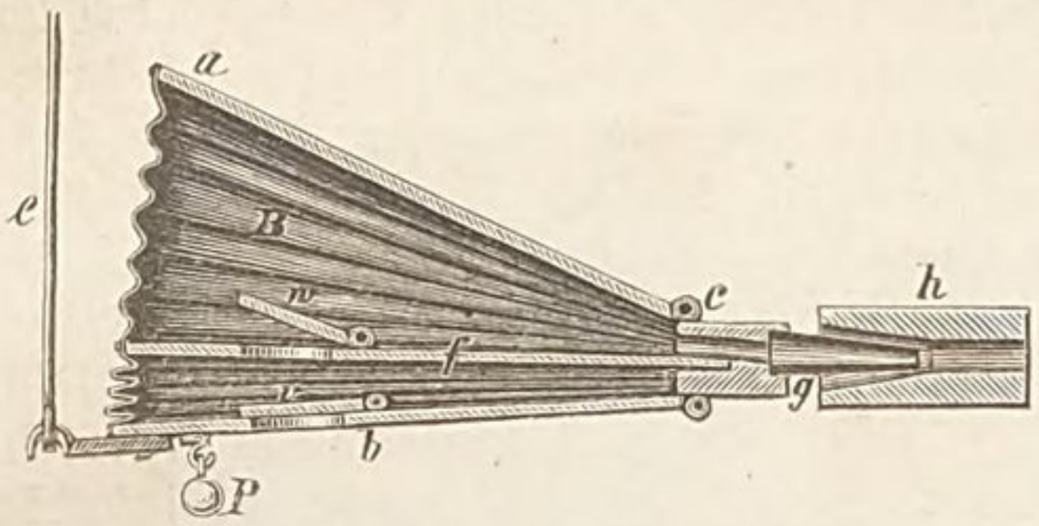


Fig. 167.

Wenn statt der trapezförmigen Platten runde mit Parallelbewegung angebracht sind, so heisst der Balg Zylinderbalg. — Manche, von der beschriebenen Einrichtung abweichende, Konstruktionen kommen namentlich noch bei Hüttengebläsen vor, z. B. Spitzbälge ganz aus Holz.

Anstatt eine bewegliche Platte gegen eine andere zu bewegen und dabei die Luft in ein Gefäss mit biegsamen Wänden einzuschliessen, kann man die Wände auch steif machen und zwischen denselben ein an dieselben anschliessendes Stück (Kolben) hin und her bewegen. Ist dieser Kolben, also auch das Gefäss (Kasten), viereckig, so nennt man das Gebläse Kastengebläse (Soufflet à caisse, *Chest-bellows*). Zylindergebläse (Soufflet cylindrique, *Cylinder-blowing-engine*) wird es genannt, wenn der Kolben kreisrund und das Gefäss ein Hohlzylinder ist. — Je nach der Art der Bewegung und der bewegenden Kraft, nach Gestalt, Material u. s. w. tragen sie noch verschiedene Namen (einfache und doppelt wirkende, oszillirende, Tonnen-, Ketten-, Glocken-, Wasserrad-, Dampf-, Wassersäulen-Gebläse u. s. w.). — Zum Anfachen des Feuers, um damit Metalle zu erhitzen, finden letztere Gebläse nur vereinzelt Anwendung; ihre Hauptbestimmung ist atmosphärische Luft zum Zwecke chemischer (Reduktions- und Verbrennungs-) Prozesse in Oefen, namentlich Hochöfen, Frischöfen u. s. w. zu führen. Deshalb würde ihre Beschreibung über die Grenzen dieses Buches gehen. Dahingegen sind die Gebläse mit rotirender Bewegung (Zentrifugalgebläse, Flügelgebläse, Ventilateur, *Fan blowers*) für den in Rede stehenden Zweck vielfach in Anwendung, namentlich da, wo grosse Luftmengen von einer Zentralstelle aus nach den einzelnen Feuern transportirt werden sollen, in welchem Falle sie gewöhnlich durch Dampf- oder Wasserkraft betrieben werden. Aber auch für den Handbetrieb eignen sie sich vorzüglich, da sie wenig Raum einnehmen, einen

grösseren Wirkungsgrad als Bälge haben und weniger Störungen durch Reparaturen etc. veranlassen.

Das Flügelgebläse[1]) besteht dem Wesen nach aus einer gewöhnlich horizontal gelagerten, sich schnell drehenden Welle, welche mit radial gestellten Flügeln versehen und mit diesen in ein passendes, rundes Gehäuse eingeschlossen ist, in welches durch eine, im Zentrum sitzende Oeffnung Luft eintritt, die durch die Flügel gefasst, tangential, mitunter auch in der Achsenrichtung der Eintrittsöffnung gegenüber, wieder aus dem Gehäuse heraus in die Windleitung getrieben wird. Die Flügel sind entweder gradflächig, einfach gekrümmt nach einer Kreislinie oder doppelt gekrümmt, also schraubenartig. Das Gehäuse legt sich zweckmässig spiralförmig, sich nach der Luftausströmungsöffnung erweiternd, um die Flügel, um überall gleiche Geschwindigkeit der Luft zu erhalten.

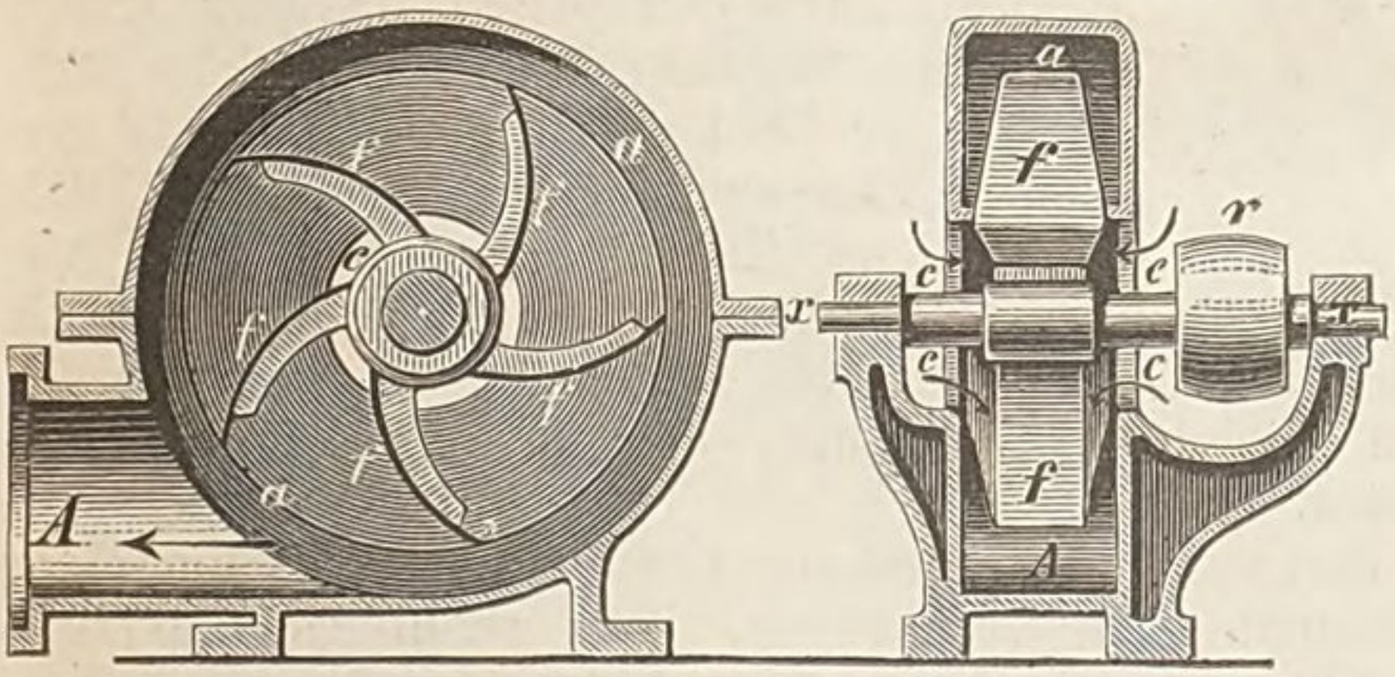


Fig. 168 u. 169.

Ein Flügelgebläse, welches zum Betriebe mit Riemen bestimmt ist, aber gleichzeitig diese Art Gebläse überhaupt veranschaulicht, führt Fig. 168 u. 169 vor Augen. Auf der horizontalen Welle x x, welche durch die Riemenrolle r in Rotation versetzt wird, sitzen die 5 Flügel f, welche die durch die zentrale Oeffnung c eintretende Luft in den Raum a zwischen Gehäuse und Flügel drängen und durch das tangentiale Rohr A hinaustreiben.

Eine noch hierher gehörende Konstruktion eines rotirenden Gebläses ist das Kapselgebläse[2]) oder (nach dem Konstrukteur so benannter) Rootscher Ventilator (*Roots-blower*). Dasselbe besteht, nach dem Prinzip der Kapselräder, aus zwei in einer Kapsel eingeschlossenen und in einander greifenden Flügelrädern von der Querschnittsform der Ziffer 8, welche die eingesaugte Luft vor sich herschieben. Der Vortheil dieses Gebläses liegt in dem grossen Nutzeffekt, bei verhältnissmässig langsamem Gange (von etwa 200 bis 300 Umdrehungen) und geringer Windpressung (etwa 40 mm Wassersäule).

B. Schmiedeherd, Glühöfen etc.

Zur Erhitzung des Metalls in direkter Berührung mit dem Brennmaterial dienen offene oder von niedrigen Wänden aus Mauerwerk oder Eisenplatten gebildete, kastenförmige Feuerstätten, welche Herde genannt werden, und je nach ihrer Bestimmung in Grösse, Anlage u. s. w. verschieden sind. Hauptsächlich stehen sie in den Schmiedewerkstätten des Eisen- und des Kupferschmiedes in Gebrauch, wo sie den Namen Schmiedeherd, Schmiedefeuer, Schmiedeesse und Esse (Forge, *Forge, Hearth*)[3]) führen. — Ein gewöhnlicher Schmiedeherd, Fig. 170, ist neben einer Brandmauer B (Contre-coeur, *Back*) in einer für den Arbeiter be-

---

1) Hartig, Leistung der Werkzeugmasch. S. 231. — Rittinger, Zentrifugal-Ventilatoren u. Zentrifugalpumpen. Wien 1858. 2) Berliner Verhandl. 1868. S. 42. — Polyt. Centralbl. 1869. S. 1006, 1871. S. 1078. — Zeitschr. Deutsch. Ing. 1871. S. 480. — Dingler's Journ. Bd. 187. S. 301. 3) Heusinger, Handbuch Bd. 4. S. 196.

quemen Höhe, auf einem aus Steinen aufgemauerten und überdeckten Gewölbe A (das zweckmässig zum Aufbewahren des Brennmaterials dient) angelegt. Unmittelbar neben der Brandmauer ist die Feuerstätte (Feuergrube, Creuset, *Fire place*) F, weshalb jene an dieser Stelle durch eingesetzte 75 bis 100 mm starke Gusseisenplatten oder feuerfeste Steine a gegen die schnelle Zerstörung geschützt werden muss. Das Feuer wird durch ein Gebläse mit Luft gespeist und zwar vermittelst des, in der Brandmauer sitzenden, dicken, viereckigen Gusseisenstückes h, siehe Fig. 167 (die Form, Windform, Ess-Eisen, Tuyere, *Tuyere*), das der Länge nach eine Oeffnung hat, die für die Aufnahme der Gebläsedüse d konisch und am andern Ende zylindrisch ausmündet. Die zylindrische Endung ermöglicht des Abbrennens wegen ein allmähliches Vorschieben der Form, ohne dass die Windöffnung sich ändert. — Der entstehende Rauch findet seinen Ausweg durch den Rauchkanal e in der Brandmauer, dem er durch den Blechmantel g zugeleitet wird.

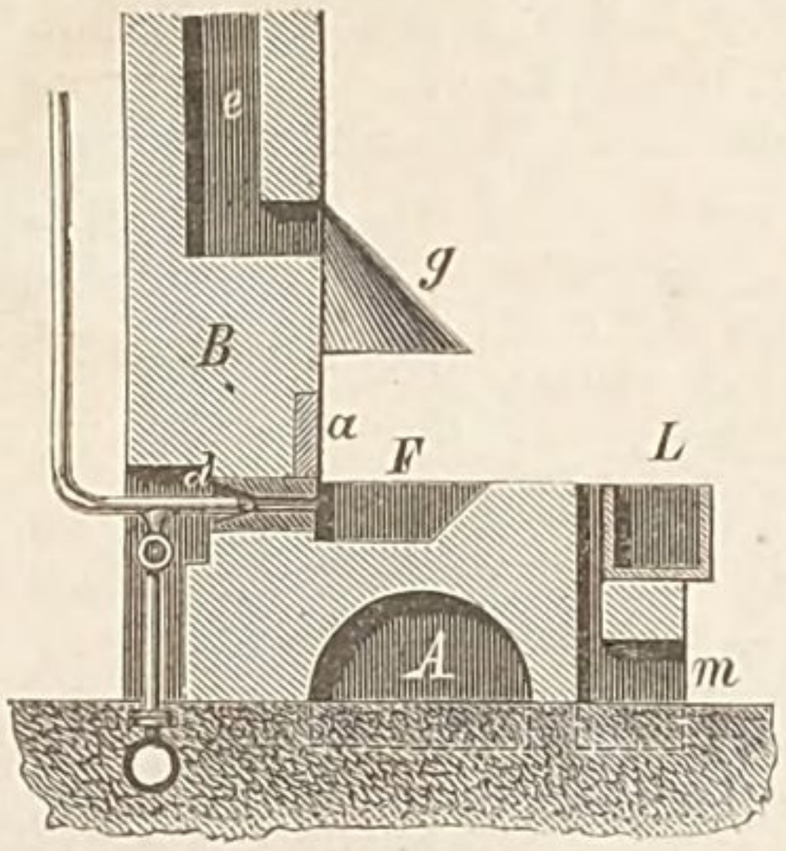


Fig. 170.

Wichtig ist die Wartung und Behandlung des Feuers, theils um einer Verschwendung an Brennmaterial vorzubeugen, theils um die richtige Hitze an der passendsten Stelle zu haben. Zunächst ist dabei vorauszuschicken, dass beides am besten mit einer backenden Steinkohle erreicht werden kann. Da diese nämlich vor dem Verbrennen durch eine Art Zusammenschmelzen in eine zusammenhängende Masse verwandelt wird, so bildet sie längs der Oberfläche des Feuers eine feste Decke, welche die Hitze im Inneren konzentrirt, und oberflächlich so abgekühlt werden kann, dass sie hier nicht brennt. Das Abkühlen wird durch Aufgiessen von kaltem Wasser vermittelst eines an einem Stiele sitzenden Besens oder Lappens (Löschwedels, Goupillon, *Sprinkle*) bewirkt, der das Wasser aus einem auf der Herdfläche sitzenden Trog (Löschtrog) L entnimmt. Gleichzeitig wird durch das Ablöschen der Oberfläche das Auflodern der Flamme und die damit verbundene, dem Arbeiten so lästige strahlende Wärme vermieden. — Die sich im Laufe des Verbrennens bildende Schlacke (Mâchefer, *Slag*) wird durch einen Haken von Zeit zu Zeit aus dem Feuer gerissen und durch einen absteigenden Kanal in den Schlackenraum m gebracht.

Um das Schmiedefeuer von allen Seiten zugänglich zu machen, wodurch noch die Möglichkeit entsteht, dass mehrere Arbeiter gleichzeitig an einem Feuer stehen können, wird die Feuergrube sehr häufig nicht an der Brandmauer, sondern auf der Mitte des Herdes angelegt, und von unten her mit der Windleitung in Verbindung gebracht. Um diese Herde leicht auf- und verstellen zu können, baut man sie häufig ganz aus Eisen. Eine solche Esse [1]) wird in Fig. 171, s. f. S., vor Augen geführt. Der Feuerraum a ist ein pyramidaler Kasten aus Gusseisen, der in einer Herdplatte b hängt und dessen Boden durch eine eingesetzte Platte gebildet wird, welche die mit einem länglichen Schlitz versehene Windform c auch als besonderes, leicht auszuwechselndes Stück trägt. Dieser Form wird

1) Deutscher Bericht über die Wiener Ausstellung, Gruppe 13, Sekt. 2, S. 68.

der Wind durch die Leitung l zugeführt, die je nach Bedürfniss über oder unter der Platte b mit dem Gebläse in Verbindung steht und auch durch einen Schieber s mit der Hauptwindleitung aus- oder eingeschaltet werden kann; dieser Schieber regulirt zugleich die Windmengen und Geschwindigkeiten. An der rechten Seite bei e ist der Löschtrog und an der linken bei d der Kohlenbehälter angebracht. Der Rauchfang g hängt bei einer solchen Einrichtung mitten über dem Feuer und führt durch ein vertikales Rohr den Rauch direkt aus dem Dache der Werkstatt heraus.

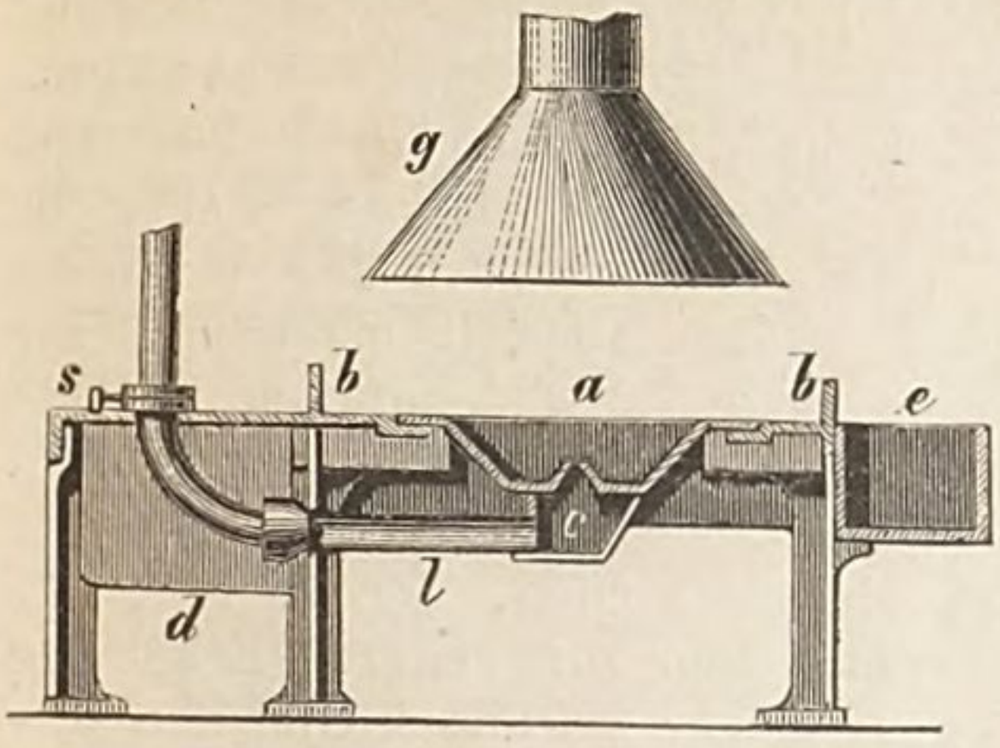


Fig. 171.

Da bei einer Vorwärmung des Windes auf etwa 180 bis 300° C. nicht nur eine bedeutende Ersparniss von Brennmaterial oder an Arbeitszeit stattfindet, sondern da auch eine reinere Hitze wegen der grösseren und gleichmässigeren Wärme entsteht, so hat man an vielen Schmiedeessen Winderhitzungsapparate angebracht, welche gewöhnlich so angeordnet sind, dass sie ein Quantum Wärme von dem Feuer selbst aufnehmen und an die sie durchströmende Luft abgeben. Entweder liegt zu dem Zwecke ein Luftbehälter in der Brandmauer neben der Feuergrube oder unter dem Feuer (den Boden der Grube bildend), so dass er immer mit einer Seite die Wärme aufnimmt, oder über dem Feuer.

In Bezug auf einige Einzelheiten an dem Schmiedefeuer ist noch folgendes als das Wichtigste zu bemerken. — Um die schnelle Abnutzung der Form zu verhindern, wird sie oft hohl gegossen, und der innere Hohlraum mit einem durchlaufenden Wasserstrom gekühlt (Wasserform [1]). — Die Düse des Gebläses schliesst den Hohlkegel in der Form nicht ganz aus, sondern lässt zwischen beiden einen freien Raum, durch den noch Luft mitgerissen wird, und der das Einschlagen der Flamme durch die Düse in den Balg verhindert. — Der Durchmesser der Formöffnung richtet sich nach der Grösse der Feuer und muss sorgfältig bestimmt werden, damit entweder keine zu grosse Kohlenverschwendung oder auch keine zu geringe Erhitzung stattfindet. Als Anhaltspunkte können dienen 10 bis 15 mm für kleine, 15 bis 20 mm für mittlere und 25 bis 30 mm für grössere Feuer. Ausser der gutgewählten Oeffnungsgrösse ist noch eine Regulirung in der Windleitung durch eine Drehklappe oder einen Schieber sehr empfehlenswerth.

Für manche Fälle, z. B. beim Brückenbau zum Erhitzen der Niete, für Zwecke des Eisenbahnbaues, beim Legen von Gas- und Wasserleitungen etc. ist es erwünscht, eine Esse leicht an bestimmte Orte bringen zu können. Dann wird sie dadurch transportabel gemacht, dass man sie auf vier Räder stellt. — Für besondere Arbeitsstücke werden ebenfalls mitunter besondere Essen gebaut, so z. B. ringförmig für das Erhitzen rund gebogener Gegenstände, Ringe, Radreifen etc. (Rundfeuer) [2]).

Für sehr grosse Arbeitsstücke und solche, welche nicht mit dem Brennmaterial in direkte Berührung kommen dürfen, sind die offenen

---

1) Dingler's Journal, Bd. 137. S. 417; Bd. 204. S. 125. — Polyt. Centr. 1857. S. 672. 2) Heusinger, Handbuch, Bd. 4. S. 197. — Petzholdt, Eisenbahnmat. Taf. 20.

Feuerstätten nicht mehr anwendbar, sondern es sind, um eine gleichförmige und nicht schädlich wirkende Hitze zu haben, geschlossene mit Flammen zu speisende Räume erforderlich. Diese wegen ihrer Zwecke Glüh- und Schweissöfen (Fourneau à rechauffer, Four à souder, *Reheating furnace*, *Mill-furnace*) genannt, gleichen im Allgemeinen den S. 81 dargestellten Flammöfen[1]), nur mit dem Unterschiede, dass sie eine mehr gestreckte horizontale Herdfläche und eine allmählich nach dem Fuchs zu sich senkende Decke (deren Form mit derjenigen einer in der Längsachse durchschnittenen Birne zu vergleichen ist) besitzen, und mitunter viel beträchtlichere Dimensionen haben müssen, z. B. zum Ausglühen der grossen Eisentafeln, die in Bleche verwandelt werden sollen u. s. w.

Ein für den letztgenannten Zweck dienender Ofen, der in Fig. 172 im Längendurchschnitt dargestellt ist, mag hier zur weiteren Erklärung dieser Glühöfen dienen. Man erkennt zunächst den Feuerraum mit den Roststäben bei b, mit einer seitwärts eintretenden trichterförmigen Aufgabe- und Schüröffnung c. Die Flamme streicht, durch ein Gewölbe geführt, über die Feuerbrücke d in den, im Grundriss viereckigen Erhitzungsraum A, um von hier durch zwei abwärts steigende Zuglöcher f zu dem Feuerkanal g und weiter in den Schornstein zu gelangen. Ein flaches, allmählich tiefer gehendes Gewölbe überdeckt den Heizraum. Bei m ist der letztere mit einer die ganze Breite einnehmenden Arbeitsöffnung versehen, welche mit einer an Gewichten hängenden Schieberthür verschlossen wird. Um beim Oeffnen dieser Thür eine schädliche Ofenabkühlung zu vermeiden, ist zwischen den Zuglöchern f noch ein kleiner Feuerraum r angebracht, in dem ein kleines Kohlenfeuer unterhalten wird, das die Speiseluft durch kleine Seitenkanäle n erhält. Der Boden des Erhitzungsraumes ist mit Rippen s s aus Chamotteziegeln als Auflager für die Arbeitsstücke belegt. Der beschriebene Ofen hat etwa 5 m Länge und 2,2 m Breite mit 2,29 qm Rostfläche.

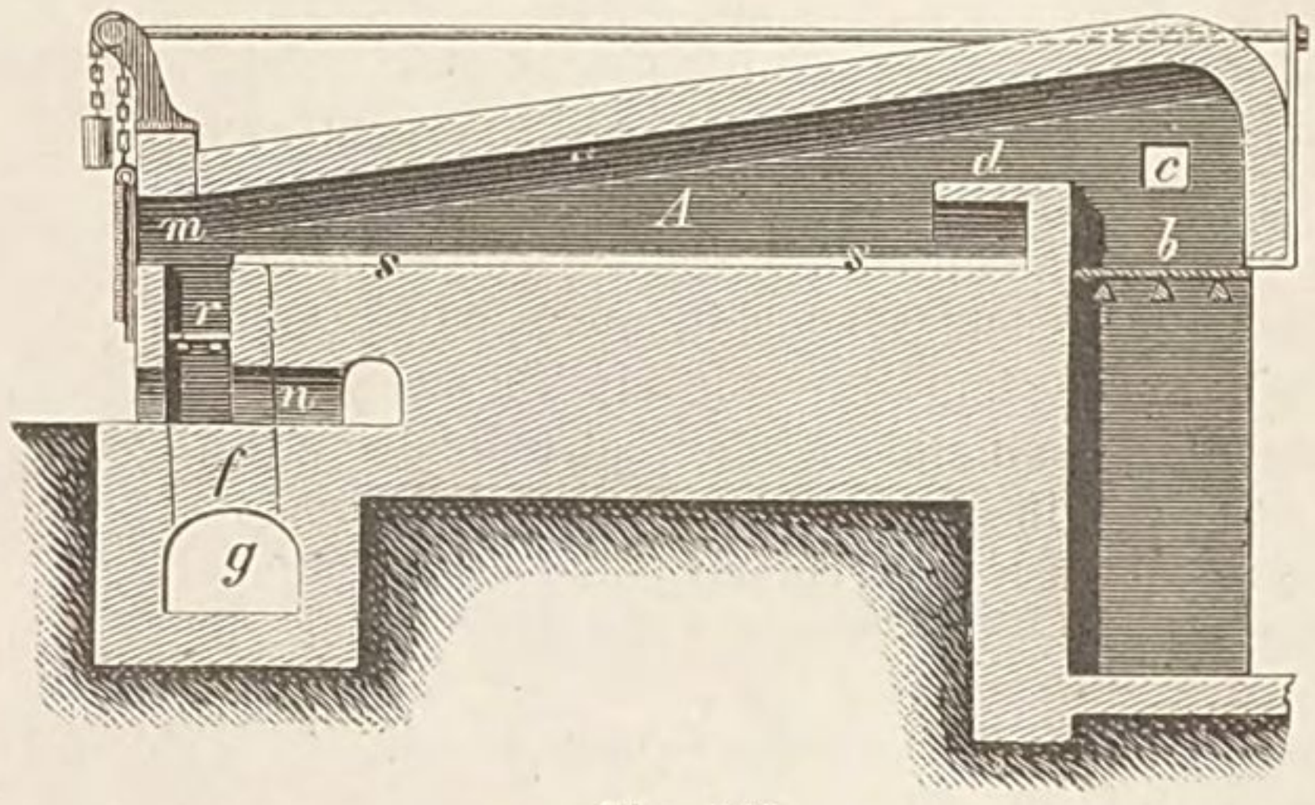


Fig. 172.

Das Ausglühen mancher Arbeitsstücke muss zur Vermeidung des Abbrandes etc. und einer starken Oxydbildung bei Abschluss der Luft also auch der Flamme eines Flammofens stattfinden (dünne Bleche, Draht etc.). In solchem Falle werden die sogenannten Gefässöfen benutzt, in welchen die zu behandelnden Gegenstände in Gefässen aus Eisen (Guss- und Schmied-) oder Thon einem Flammofen-, seltener einem Windofen-Feuer ausgesetzt werden. Je nach der Form und Grösse der Arbeitsstücke sind die Gefässe von runder, zylindrischer Gestalt (Tiegel) oder viereckig kastenförmig

---

1) Berliner Verhandlungen, 1861. S. 206. — Petzholdt, Eisenbahnmaterial. Taf. 12, 14, 26. — Wiebe, Skizzenbuch, 1867. Heft 1. — Deutsche Ind.-Zeit., 1867. S. 12. — Kerpely, Fortschritte, 1867. S. 230.

und dann aus Platten von Eisen oder Thon zusammengesetzt, oder auch doppelwandig, d. h. ringförmig, wie z. B. zum Ausglühen von Draht in Ringen, wozu man zwei gusseiserne Zylinder so in einander setzt [1]), dass das Feuer durch den inneren und den äusseren Zylinder geht, wodurch ein gleichmässigeres Ausglühen des Drahtes erfolgt. Zum Ausglühen des Stahls etc. bei der Drahtfabrikation und kontinuirlichem Betriebe sind Retorten, ähnlich denjenigen der Gasanstalten, sehr empfehlenswerth. — Die Glühgefässe sind während des Glühens sorgfältig durch Sandabschlüsse oder Lehmverschmierung gegen den Eintritt der Luft zu verwahren.

II. **Von den formgebenden Werkzeugen.** [2])

Dasjenige Mittel, welches die Kraft von der Kraftquelle nach derjenigen Stelle des Arbeitsstückes führt, wo sie wirken, d. h. eine Bewegung hervorbringen soll, ist das Werkzeug (Outil, *Tool*), welches speziell formgebend genannt werden mag, wenn es eine Verschiebung der Körpertheilchen gegen einander (eine Deformation, die nicht bis zur Trennung geht) hervorbringt.

Sieht man zunächst von der Grösse und der Art der Bewegung ab, so erkennt man bald, dass die Gestalt und Lage des Werkzeugs auf die Richtung der Kraft, also auch der Verschiebung von grossem Einfluss sein muss.

Setzt sich ein Werkzeug mit einer ebenen Fläche a b, Fig. 173, auf, so wird es unter der Voraussetzung, dass es selbst eine zu dieser Fläche rechtwinklig stehende Bewegungstendenz hat, die Moleküle des Arbeitsstücks A in der eigenen Richtung vor sich herschieben, und dieses zunächst komprimiren, wenn es durch eine feste Unterlage L an der fortschreitenden Bewegung verhindert ist. Gleichzeitig wird aus oben ausführlich entwickelten Gründen eine seitliche Ausweichung der Theilchen des Arbeitsstückes, also eine, wenn auch oft geringe, Flächenvergrösserung angestrebt. Diese Flächenvergrösserung wird sich jedoch verschieden äussern, je nachdem die umgebende Metallmasse sie zulässt oder zu verhindern sucht. Ist die über die Ränder des Werkzeuges vorstehende Metallmasse gering, so wird sie selbst an der Vergrösserung theilnehmen, und dadurch das Ganze eine Verbreiterung erfahren. Findet diese Flächenvergrösserung an einer Stelle eines stabartigen Arbeitsstückes Statt, so entsteht um den Stab herum ein Wulst (Stauchen, Refouler, *Jump*, *Set-up*). Ist die Metallmasse aber so gross, dass ihr Widerstand ausreicht, diese Bewegung zu verhindern, so wird der komprimirte Theil einen anderen Ausweg suchen. Dieser besteht, wenn die Komprimirung stark genug war und das Arbeitsstück eine gewisse Dimension in der Richtung der Kompression (Dicke) nicht überschreitet, regelmässig in dem Heraustreten aus der ursprünglichen Fläche, in der Bildung sogenannter Beulen, wie man leicht beim Schlagen mit einem Hammer auf ein Stück Blech erkennen kann. Während bei Anwendung einer ebenen Werkzeugfläche, also nur in der Richtung der Dicke, eine Verminderung der Dimension stattfindet, tritt rechtwinklig dazu eine Dimensionsvermehrung ein. Beide Veränderungen werden in einem gewissen Verhältniss zu einander stehen, welches sich sofort ändern muss,

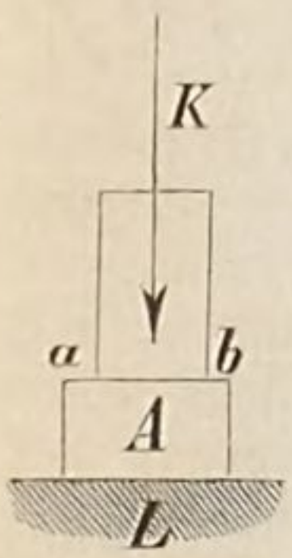


Fig. 173.

1) Polyt. Centr., 1866. S. 825. 2) Karmarsch-Hartig, Mech. Technologie, S. 138, 356. — Technol. Encyklop. Artikel: Schmieden, Stanzen, Prägen etc. — Wiebe, Maschinenbaumat. 2. Abth. S. 370. — Schmidt, Technol. Skizzenbuch. 2. Abth.

wenn die Richtung des Werkzeuges oder seine Aufsetzfläche sich ändert. Wie Fig. 174 ohne Weiteres erkennen lässt, wird, wenn das Werkzeug mit ebener Fläche unter einem Winkel α sich aufsetzt, eine Zerlegung der Kraft eintreten; so dass nunmehr nur noch $V = K \sin \alpha$ zur Kompression, dahingegen ein Theil der Kraft $H = K \cos \alpha$ zur Seitwärtsverschiebung verwendet wird. Dieser Erfolg aber bleibt offenbar derselbe, wenn das Werkzeug eine um den Winkel α abgeschrägte Aufsetzfläche besitzt, und tritt nach beiden Seiten ein, wenn zwei schräge Flächen angebracht werden, Fig. 175. Die Kraft K zerlegt sich in die zwei Kräfte K_1 und K_2, die, wenn das Werkzeug symmetrisch ist, gleich sind. Diese Kräfte erzeugen sodann längs der Werkzeugfläche an jeder Seite und an jedem Punkte vertikale und horizontale Einzelkräfte, deren Resultirende

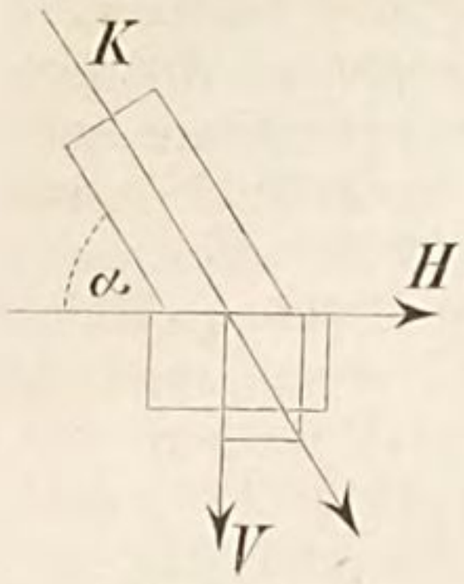


Fig. 174.

$$V = K_1 \cos \alpha \text{ und } V_1 = K_2 \cos \alpha,$$
$$\text{sowie } H = K_1 \sin \alpha \text{ und } H_1 = K_2 \sin \alpha$$

sind. Die beiden ersteren bewirken eine Kompression und die beiden letzteren ein Auseinanderziehen (Strecken, Etirer, *Drawing*).

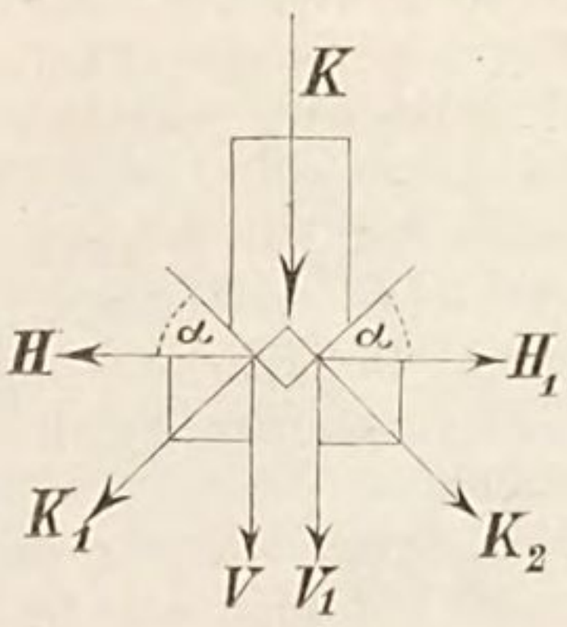


Fig. 175.

Ist die Aufsetzfläche des Werkzeugs abgerundet, Fig. 176, so findet desgleichen eine Zerlegung der Kraft Statt und zwar nach dem Winkel α, den die geometrische Tangente t mit der Achse x x des Werkzeugs einschliesst. Da dieser Winkel sich allmählich ändert, so ist die Grösse der Horizontalkraft und Vertikalkraft an den einzelnen Punkten verschieden; die Wirkung einer zylindrischen Aufsetzfläche besteht auch in einer Komprimirung und Streckung nach zwei Richtungen. — Ist die Aufsetzfläche eine kugelige, so tritt ebenfalls mit einer Komprimirung eine Streckung aber nach allen Richtungen zugleich ein.

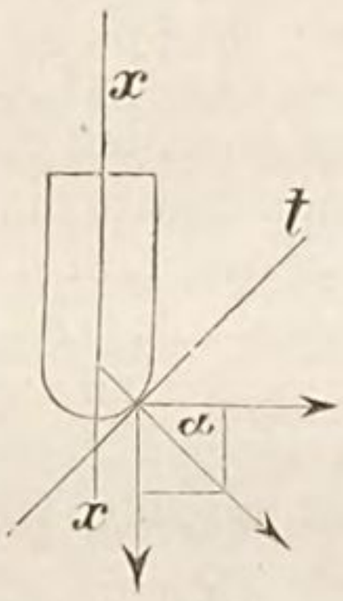


Fig. 176.

Aus dieser Wirkung von vier Aufsetzflächen: der ebenen, keilförmigen, zylindrischen und kugelförmigen kann man leicht die Wirkung anderer konvexer Aufsetzflächen herleiten, da sie immer nur Kombinationen jener sind. Desgleichen ist leicht begreiflich, dass wenn die Unterlage, welche den Druck aufnimmt, nicht wie vorausgesetzt wurde, ebenflächig und normal zur Druckrichtung, sondern dem drückenden Werkzeug ähnlich oder kongruent profilirt ist, dieselbe Wirkung haben muss und demnach diejenige des Druckmittels unterstützt.

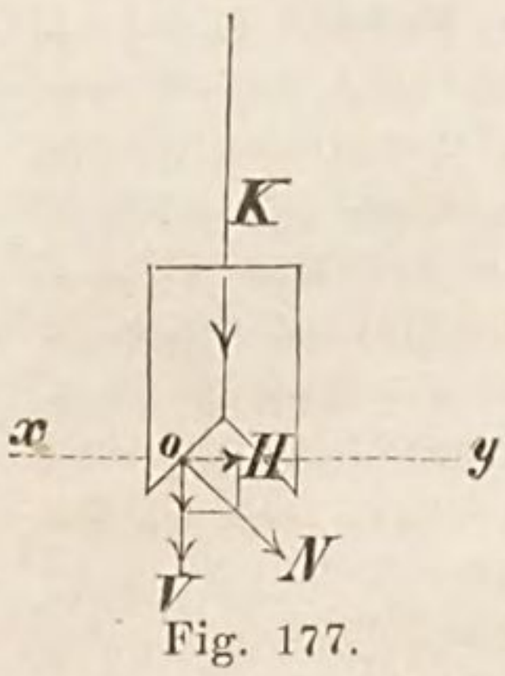


Fig. 177.

Ist das Werkzeug an der Aufsetzfläche dahingegen nicht hervortretend, sondern eingezogen profilirt, so findet eine solche Zerlegung der Normalkraft Statt, dass der nach innen tretende Antheil derselben eine Zusammendrückung bewirkt, die ihrerseits wieder in seitlicher Richtung eine Streckung hervorruft, während eine Flächenvergrösserung in der Richtung x y, Fig. 177, von dem Werkzeug selbst verhindert wird, gleichviel ob der Querschnitt keilförmig, zylindrisch oder kugel-

förmig ist. — Auch in diesem Falle kann eine ähnliche Gestalt der Unterlagen die Wirkung unterstützen.

Sowohl bei hervortretenden als eingezogenen Aufsetz- und Unterlage-Flächen drängt sich das Metall vermöge seiner Dehnbarkeit an die Erhabenheiten und Vertiefungen an und behält die auf solche Weise entstandenen Vertiefungen und Erhöhungen, die in ihrer Gesammtheit das Profil des Arbeitsstückes bilden. Durch Kombinirung einfacher Erhabenheiten und Vertiefungen können aber leicht komplizirtere Profile gebildet werden, deren Mannigfaltigkeit noch zu vergrössern ist, wenn zugleich die Kombinirung von Erhabenheiten und Vertiefungen der Unterlage mit hineingebracht wird. — Wenn jedoch die Unterlage u (Fig. 178) dem Druckwerkzeug d umgekehrt kongruent ist und das Arbeitsstück nur so zwischen beide genommen wird, dass keine Dimensionsveränderungen, sondern allein Proviländerungen eintreten, so wird mittelst der beiden arbeitenden Theile lediglich nur ein Anlegen an das Profil (Biegung, Courber, *Bend*) hervorgebracht.

Fig. 178.

Um nunmehr ein Werkzeug der oben beschriebenen Art zur Wirkung zu bringen, ist vor allen Dingen eine ausreichende Kraft erforderlich, deren Grösse sich lediglich zu richten hat: nach der Dehnbarkeit des Metalls, nach der Grösse der Formveränderung, die vorgenommen werden soll und nach dem sich hierbei einstellenden Widerstande.

Die Grösse der Formveränderung wird bemessen durch die Grösse der Aufsetzfläche des Werkzeugs und die Länge einer jedesmaligen Bewegung. Sie ist also offenbar als mechanische Arbeit aufzufassen, deren Kraftfaktor der Widerstand und deren Wegfaktor die Bewegungsgrösse des Werkzeugs ist. Da angenommen werden kann, dass der Widerstand proportional der Fläche ist, so wird, gleiche Bewegungsgrösse des Werkzeugs vorausgesetzt, die Kraft mit der Aufsetzfläche wachsen und abnehmen. — In einem anderen Verhältniss steht die Kraft zu dem Wege des Werkzeugs. Sie wächst nämlich hierbei nicht nach einer einfachen Proportion, sondern nach einem steigenden Verhältniss, so dass das Produkt aus dem anfänglichen Widerstand in den Weg noch mit einem Koeffizienten zu multipliziren ist der grösser als 1.

So erklärt es sich denn, weshalb man bei kleinen Aufsetzflächen geringere Kraft verwendet oder bei vorhandener geringer Kraft kleine Aufsetzflächen, beziehungsweise kleine Bewegungsgrössen nimmt.

Wenn daher so grosse Flächen bearbeitet werden müssen, dass die Bearbeitung aller Theile nicht auf einmal vorgenommen werden kann, so ist diese Bearbeitung nur möglich durch Wiederholung einer gewissen Arbeitsquantität oder Arbeitseinheit.

Diese Wiederholung kann in sehr bemerkbaren Intervallen oder ohne bemerkbare Intervallen (kontinuirlich) vor sich gehen. Ferner kann bei dieser Wiederholung entweder das Arbeitsstück festliegen und das Werkzeug sich entsprechend vorbewegen oder es kann das Arbeitsstück sich dem Werkzeuge nähern, oder es kann endlich beides zugleich eintreten.

Die Kraft selbst kann desgleichen in verschiedener Art zur Anwendung gebracht werden: als stossende, schlagende mit plötzlichem Einfluss, als drückende oder ziehende mit langsamer Wirkung. Im ersten Falle tritt die Bearbeitung mit sehr bemerkbaren Intervallen ein, im letzteren Falle dahingegen ist sie stetig. — Mehrere Gründe sprechen entschieden für die drückende oder ziehende Kraft. Vornehmlich ist es der Zeitgewinn und der geringe Arbeitsverlust, welche diese Art der Kraftanwendung

auszeichnet. Die Stetigkeit der Formveränderung fördert nicht nur die Arbeit an und für sich rascher, sondern sie hat in allen Fällen, wo eine Erhitzung des Materials die Arbeit unterstützt, den Vortheil während einer Erhitzung (Hitze, Chaude, *Heat*) eine grössere Formänderung zu bewirken, also an Hitzen, demnach an Brennmaterial, Abbrand, Zeit und Transport zu sparen. Mit Ausnahme weniger Fälle bedarf aber diese Art der Kraftanwendung grösserer und sowohl in der Herstellung und im Betrieb kostspieliger Anlagen. — Die stossende Kraft dahingegen verbraucht wegen der Zeiträume, die zwischen den einzelnen Schlägen liegen, mehr Zeit, daher mehr Hitzen, Abbrand und Transport-Arbeit, um dieselben Erfolge zu erzielen und führt ausserdem noch einen bedeutenden Arbeitsverlust durch den Stoss herbei. Sie kann aber im Allgemeinen mit geringeren Hülfsmitteln ohne grosse und theure Anlagen hervorgebracht werden. — In manchen Fällen jedoch werden auch zur Erlangung der Stosskraft grosse Anlagen gemacht trotz der Nachtheile, die sie gegen die anderen haben. Weil man mit Hülfe stossender Massen gewisse Arbeiten auf's Bequemste ausführen kann, so wird die Stosswirkung ebenso oft angewendet als die Druckwirkung.

Die Gewalt eines Schlages ist zu bemessen nach der lebendigen Kraft $\frac{M v^2}{2}$, welche eine Masse M besitzt, die sich mit der Geschwindigkeit v bewegt. Sie ist demnach nur zu erzeugen durch eine bewegte Masse, und proportional dieser Masse und dem Quadrate ihrer Geschwindigkeit. Aus dieser bekannten Beziehung folgt die Thatsache, dass mit einer kleinen Masse dennoch ein kräftiger Schlag ausgeübt werden kann, wenn man ihr nur die entsprechende Geschwindigkeit ertheilt. Diese Thatsache ist hier deshalb von grosser Wichtigkeit, weil man, ohne zu bedeutenden mechanischen Mitteln zu greifen, wohl im Stande ist, geringerer Masse eine bedeutende Geschwindigkeit zu geben, nicht aber grosse Massen in Bewegung zu setzen. Ausserdem ist noch zu berücksichtigen, dass in der Regel die stossende Masse sich in der Richtung der Schwerkraft bewegt und daher auch durch diese noch eine Beschleunigung erfährt.

Das deformirende Werkzeug kann nun entweder selbst in Bewegung gesetzt werden und durch die aufgenommene lebendige Kraft die formändernde Wirkung ausüben, oder es kann auf dem Arbeitsstück stehen und die Gewalt einer anderen stossenden Masse auf das letztere übertragen.

A. Hammer und Ambos.

1. **Handhammer und Ambos.** Sei es nun, dass die stossende Masse das Werkzeug selbst ist oder dass sie nur eine gewisse lebendige Kraft auf ein anderes Werkzeug übertragen soll: in beiden Fällen erhält sie die Bewegung entweder durch die Arbeiterhand oder eine Elementarkraft. Im ersten Falle bedarf die Masse zum bequemen Halten mit der Hand einer Handhabe, welche gewöhnlich aus einem Stiel, selten aus einem ringartigen Griff besteht. Diese Verbindung bildet das Werkzeug, welches kurzweg Hammer (Marteau, *Hammer*) genannt wird und nicht nur durch die verschiedene Gestaltung, sondern auch durch den Gebrauchswechsel eines der wichtigsten Werkzeuge ausmacht.

Der Hammer ist ein prismatisch pyramidales Eisenstück, welches zwei stählerne, genügend harte Aufsetzflächen besitzt und mit einem, gehörig mit Keilen befestigten, durch den Schwerpunkt gehenden Stiel versehen ist. Die Aufsetzfläche nennt man die Bahn (Table, *Face*), wenn ihre Grösse beträchtlich und ihre Gestalt daher ganz oder beinahe quadratisch

oder kreisförmig ist; sie heisst dagegen Finne (Pinne, Panne, *Pane*), wenn sie im Verhältniss zur Länge schmal ist.

Gewöhnlich besitzt der Hammer eine Bahn a und eine Finne b, Fig. 179. Die Bahn ist dann quadratisch oder rund und etwas konvex, selten ganz eben oder konkav; in einzelnen Fällen ist sie zylindrisch, kugelförmig, auch oval und viereckig mit abgenommenen Ecken (8eckig). Die Finne ist in der Regel ein Zylinderabschnitt, der rechtwinklig zum Stiel steht. Nur vereinzelt kommen Finnen mit ebener Fläche, linienartig, in der Länge konkav gekrümmt und parallel zum Stiel vor.

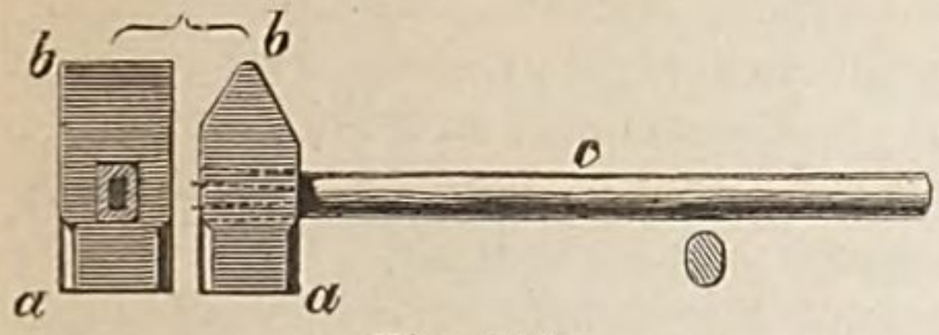


Fig. 179.

Die Grösse der Hämmer liegt dem Gewicht nach zwischen 0,1 und 10 kg. Die Hämmer bis zum Gewichte von etwa 2,5 kg. werden mit einer Hand regiert und zwar an ovalen bis 0,4 m langen Stielen. Die grösseren im Gewicht von 3 bis 10 kg. haben einen etwa 0,8 m langen Stiel, um mit zwei Händen bequem geführt werden zu können.

Je nach Grösse, Gestalt, Bestimmung und Führung besitzen übrigens die Hämmer verschiedene Namen, deren wichtigsten (abgesehen von den Hämmerchen der Uhrmacher, Gold- und Silberarbeiter etc.) hier zusammengestellt werden mögen: [1])

Schmiedehämmer, 1 bis 2,5 kg. (Handhammer, Bankhammer, Marteau d'établi, M. à main, *Bench-hammer, Hand-hammer*); 3 bis 10 kg. (Zuschlaghammer, Vorschlaghammer, M. à deux mains, *Sledge-hammer*). Steht die Finne parallel zum Stiel, so heisst der Hammer Kreuzschlag.

Abschlichthammer, Planirhammer (M. à planer, *Planishing-hammer*). Zwei wenig konvexe Bahnen, entweder kreisrund, quadratisch oder länglich viereckig.

Abpinnhammer, Abbindhammer. Zwei schmale, abgerundete, quer gegen den Stiel stehende Finnen.

Aufziehhammer, Schweifhammer. Zwei lange, abgerundete, quer gegen den Stiel stehende Finnen.

Büchsensiekenhammer. Zwei schmale, quer gegen den Stiel stehende Bahnen, mit je einer zylindrischen Rinne.

Finnhammer, Aufziehhammer. Eine kreisrunde, etwas konvexe Bahn mit einer zylindrischen Finne.

Flächenhammer. Zwei flache, quadratische oder kreisförmige Bahnen.

Glanzhammer, Polirhammer (M. à polir, *Polishing-hammer*). Eine flach kugelförmige Bahn.

Gleichziehhammer, Spannhammer (M. à dresser, *Stretching-hammer*). Eine oder zwei kreisförmige, sehr flache Bahnen.

Schärfenhammer. Zwei grade Finnen, die eine stumpfschneidig, die andere flach.

Schlichthammer, Ausschlichthammer. Eine stark gewölbte Bahn.

Siekenhammer (M. à soyer, M. à suage, *Seam-hammer*, *Creasing-hammer*). Zwei abgerundete, quer gegen den Stiel stehende Finnen.

Tellerhammer, Fusshammer, Krughammer (M. à bouge, *Chasing-hammer*, *Swelling-hammer*). Zwei zylinderartig abgerundete, quer gegen den Stiel stehende Bahnen.

---

1) Karmarsch-Hartig, Mechan. Technologie, S. 359.

Treibhammer, Tiefhammer, Knopfhammer (M. à emboutir, *Chasing-hammer*). Zwei konvex halbkugelige Bahnen.

Mitunter gebraucht auch der Metallarbeiter Hämmer aus weicherem Material, um bei deren Anwendung entweder bereits vorhandene Ausarbeitungen möglichst zu schonen (Montirhammer, Massette pour le montage) oder um z. B. bei dünnen, weichen Metallen (Blechen) die sonst durch das Schlagen entstehende Härte (Hartschlagen, Ecrouissement, *Hammer-hardening*) zu vermeiden. Dann werden die Hämmer (Schlägel, Maillet, *Mallet*) aus hartem Holz (Buchsbaum, Pockholz, Weisbuchen, Kornellkirsche) oder Horn, Elfenbein oder endlich aus weichen Legirungen (weicher Bronze, Messing, Zinn mit Blei etc.) hergestellt.

In sehr wenigen Fällen ist das Arbeitsstück so beschaffen, dass es ohne Unterlage mit dem Hammer bearbeitet werden kann. In anderen Fällen dient (wie oben näher gezeigt) die Unterlage als Gegenwerkzeug sogar mit zur Formgebung. Deshalb gehört zum Hammer eine Unterlage, deren Hauptzweck immer in einer Unterstützung des Arbeitsstücks und in der Aufnahme der lebendigen Kraft des Hammers, soweit diese nicht zur Deformation verwendet wird, besteht und im Allgemeinen Ambos (Enclume, *Anril*) genannt wird. — Damit der Ambos eine sichere Lage hat und durch die Aufnahme der schnell auf einander folgenden Stösse nicht in's Schwanken geräth, ist zunächst sein Gewicht in ein bestimmtes Verhältniss zum Gewicht des Hammers zu bringen, sodann seine Aufstellung möglichst stabil zu machen. Zu seiner Herstellung ist ein Material zu wählen, welches ausser grosser Dauerhaftigkeit einen gewissen Grad von Elastizität besitzt, damit die Schläge womöglich auf den Hammer so zurückwirken, dass sie dem Arbeiter das Aufheben desselben erleichtern.

Das Gewicht des Amboses ist stets grösser als das Gewicht des darauf fallenden Hammers. Wenn bei Uhrmachern, Kleinmechanikern u. s. w. das Gewicht daher oft kaum 0,5 kg. beträgt, so steigt dasselbe zum Gebrauche für Schlosser und Schmiede (Schmiedeambose) von 40 bis 300 kg. Kleinere Ambose kommen beim Nagelschmied (20—40 kg.), Feilenschmied (50—100 kg.) u. s. w. vor.

Der Hauptkörper des Amboses wird in der Regel aus Schmiedeeisen hergestellt und zum Zweck der entsprechenden Härte und Elastizität mit einer 10 bis 30 mm dicken gehärteten und gelb angelassenen Stahlplatte belegt. Diese Platte bildet zugleich mit der Oberfläche die Bahn (Ambosbahn, Table, *Face*), die bei den grösseren Ambosen länglich viereckig, bei den kleineren quadratisch, in anderen Fällen rund, elliptisch, länglich, spitz zulaufend u. s. w. geformt und selten ganz eben, gewöhnlich etwas konvex ist. — Kleine Ambose werden oft ganz aus Stahl hergestellt. Die Verwendung des Gusseisens ist nur zulässig, wenn die Bahn ebenfalls aus einer dicken Stahlplatte gebildet wird.

Fig. 180.

Je nach der Grösse des Amboses ist die feste Anbringung derselben verschieden. Kleine Ambose, Fig. 180, haben eine pyramidale Verlängerung a (Angel), wit welcher sie in den Werktisch oder einen aufrecht stehenden Holzklotz eingesteckt werden oder sind mit einer Schraubzwinge wie bei einem kleinen Schraubstock versehen. Grössere Ambose, Fig. 181, s. f. S., werden standfest genug, wenn die untere Fläche etwas verbreitert und so ausgehöhlt wird, dass nur die vier Ecken aufruhen. Gegen das seitliche Verschieben wird dann noch in der Ambosunterlage B (Ambosstock, Chabotte, *Stock*) ein eiserner Zapfen b eingeschlagen, der in eine entsprechende Oeffnung des Amboses passt.

Als Ambosstock, welcher angebracht werden muss, damit der Ambos in einer bequemen Höhe steht, dient ein starker Holzklotz, der oft 1,5 bis 2 m lang ist und in die Erde eingegraben wird.

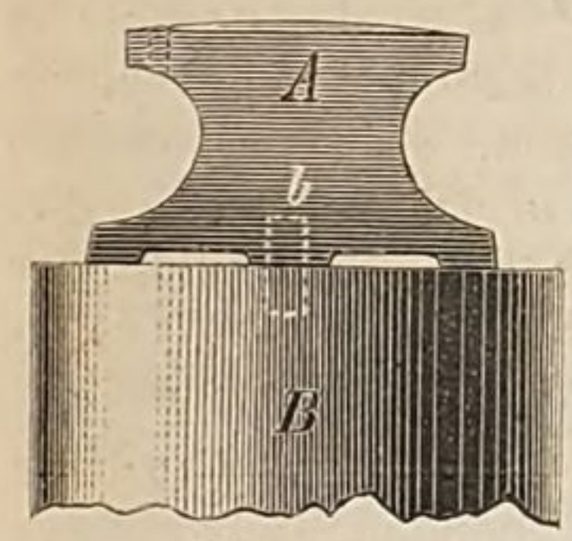


Fig. 181.

Dieser gewöhnliche Schmiedeambos und der kleine Ambos mit ihren flachen viereckigen Bahnen sind für viele Arbeiten zu unbequem und darum oft durch andere ambosähnliche Werkzeuge zu ersetzen. — Dazu gehört zunächst das Sperrhorn, (Sperrhaken, Bigorne, *Beak-iron*), Fig. 182. Das ist ein kleiner würfelförmiger Ambos a mit zwei seitwärts angebrachten Verlängerungen (Hörner, Bec, Corne, *Beak*) b und c, wovon b im Querschnitt rund, c viereckig ist. — Sehr oft sitzen auch solche Hörner an dem kleinen Ambos, Fig. 180 (S. 144), und am Schmiedeambos der dann Hornambos genannt wird: Fig. 183.

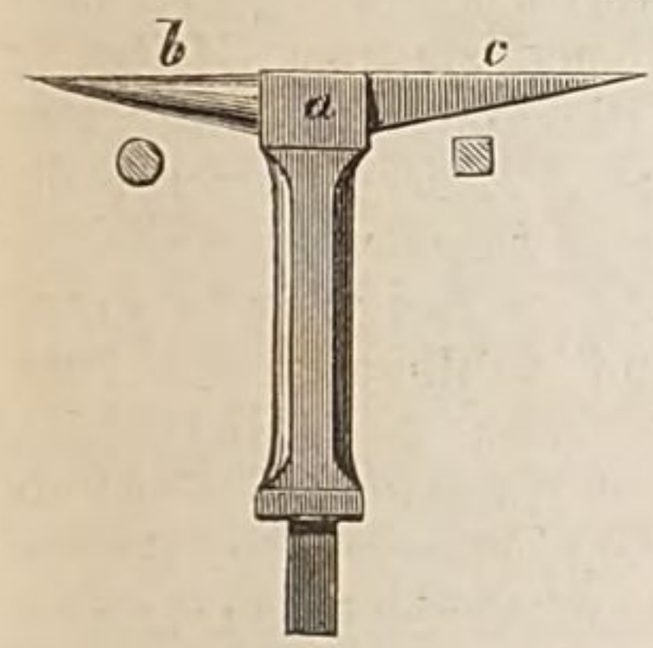


Fig. 182.

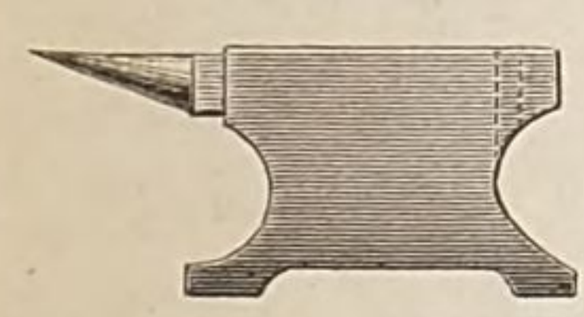


Fig. 183.

Beim Kupferschmied heisst der Ambos: Hammerambos, Schlagstock; der in Fig. 180 dargestellte Ambos führt auch den Namen Schlagstöckchen. — Der Liegambos ist eine an beiden Enden aufwärts gebogene Stange, deren aufgebogene Theile die Ambose ersetzen. — Wenn die Ambose Bahnen haben, welche zur Ausbildung der Form wesentlich beitragen sollen und demnach mit den verschieden gestalteten Hämmern S. 143 korrespondiren, so werden sie gewöhnlich Stock (Tas, *Stake*) genannt. Treibstock oder Polirstock (Tas à planer, *Planishing-stake*) sind glatte oder polirte Schlagstöckchen. Bei der Benutzung der Stöcke ist ein häufiges Auswechseln unvermeidlich, welches oft durch das Einspannen in den Schraubstock vorgenommen wird.

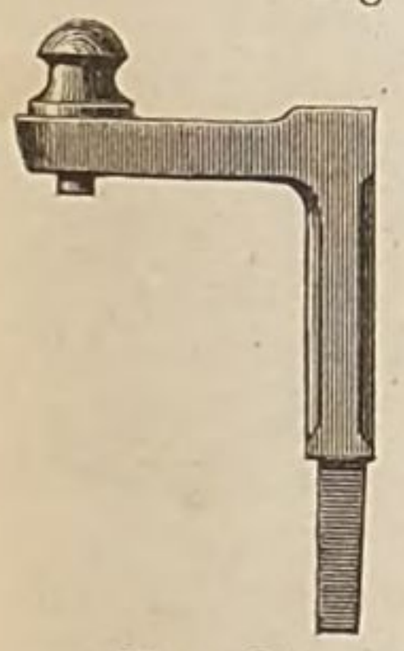


Fig. 184.

Sehr zweckmässig ist aber für eine grössere Anzahl Stöckchen ein besonderer Träger, der auch geeignet ist, das Stöckchen in Vertiefungen einzuführen.

Fig. 184 stellt einen solchen Träger (Einsatzeisen, Geissfuss, Pied de biche, *Horse*) dar. Derselbe besteht aus dem Schaft mit der Angel, dem Ambos und dem Stöckchenhalter.

Hat das Sperrhorn ein spitz konisches und ein stark verjüngtes Horn, so heisst er Schweifstock oder Schweifhorn.

2. **Mechanische Hämmer.** Da die Grösse der Deformation eines Arbeitsstückes von der lebendigen Kraft abhängt, die (mit einem stossenden Werkzeuge) bei derselben verwendet wird, so hört bei einer gewissen Grenze die Möglichkeit, eine genügende Formänderung durch den von einem Menschen geschwungenen Hammer hervorzubringen, auf; — da ferner bei z. B. den Vorschlaghämmern beide Hände eines Arbeiters allein

---

1) Hauer, J. von, Hüttenwesensmaschinen, Wien 1867. S. 153. — Weissbach, Lehrbuch d. Ingenieure u. Maschinen-Mechanik. Th. 3. S. 1227. — Wiebe, Maschinenbaumaterialien. 2. Abth. S. 379.

zur Führung des formgebenden Werkzeuges in Thätigkeit sind, so ist ein zweiter Arbeiter zum Halten des Arbeitsstückes nothwendig, wenn dieses, wie gewöhnlich geschieht, dem Werkzeug zugeschoben wird; und da es endlich dem Arbeiter auch mit dem einfachen Handhammer sehr schwer wird, genau und vorschriftmässig eine Stelle zu treffen, so ist es erklärlich, weshalb man in vielen Fällen mechanische Vorrichtungen zur Bewegung der Hammermasse anwendet, da man mit denselben nicht nur eine bequemere Ausnutzung der Menschenkraft, sondern auch die Verwendung anderer Kräfte und eine sichere Führung des Werkzeugs ermöglicht.

Diese mechanischen Hämmer können entweder den gewöhnlichen Handhämmern nachgebildet, d. h. mit einem seitwärts stehenden Stiel versehen sein, der einen festen Drehpunkt hat, welcher dem Armgelenk des Arbeiters entspricht und wodurch der Hammer eine Bogenbewegung ausführt; oder sie können feste Leitungen besitzen, in welchen sie zum Gleiten in einer gradlinigen Bahn gezwungen werden. Die ersteren könnte man Stielhämmer, Hebelhämmer (Marteau à levier, *Lever-hammer*), die letzteren Rahmenhämmer (Marteau pilon, *Stamp-hammer*) nennen. — Die Bahn eines Stielhammers kann wegen der Kreisbewegung nur in einer Lage parallel mit der Ambosbahn sein, während dahingegen die Bahn eines Rahmenhammers stets sich und der Ambosbahn parallel bleibt. Hiernach scheint die Eintheilung der mechanischen Hämmer in Winkelhämmer und Parallelhämmer umsomehr gerechtfertigt, als z. B. eine Stopfbüchsenführung doch wohl nicht eine Rahmenführung genannt werden kann.

a) Winkelhämmer. Das Charakteristische eines Winkelhammers ist ein Hammer (Hammerkopf, Tête, *Hammer-head*) mit seitwärts stehendem Stiel (Helm, Hammerhelm, Manche, *Shaft*, *Helve*) mit dem er um einen horizontalen Zapfen bewegt wird. — Je nach dem Angriffspunkt der Kraft unterscheidet man:

Stirnhammer (Marteau frontal, *Front-hammer*), wenn der Angriffspunkt am Hammerkopf oder etwas über demselben hinaus liegt.

Brusthammer (Aufwerfer, Marteau à soulèvement, *Lift-hammer*), wenn der Angriff zwischen dem Hammerkopf und dem Drehzapfen erfolgt und

Schwanzhammer (Marteau à queue, Martinet, Maca, *Tilt-hammer*, *Tail-hammer*), wenn der Angriffspunkt jenseits des Drehzapfens sich befindet.

In den beiden ersten Fällen ist der Stiel demnach ein einarmiger, beim Schwanzhammer ein zweiarmiger Hebel.

Die Bewegung der grossen Winkelhämmer wird fast ausschliesslich durch Wasserräder (Wasserhämmer), seltener durch eine Dampfmaschine hervorgebracht, und zwar im ersten Falle vermittelst einer Welle (Hammerwelle) mit Daumen oder Hebeköpfen (Cames, Poucets, *Arms*, *Knobs*), die an einem Ring (Wellkranz) der Welle sitzen und an entsprechender Armirung (Streichblech) des Hammerhelmes angreifen.

Beim Aufwerfen eines solchen Hammers ist es sehr zweckmässig, zur Verkürzung der Schlagdauer, die Hammerbewegung sofort, nachdem der Helm von den Daumen verlassen wird, zu hemmen und zwar durch eine Prellvorrichtung (Reitel, Rabat, Rabbit, *Recoil*, *Spring beam*), die federnd nachgibt und dadurch zugleich die aufgenommene lebendige Kraft wieder durch Zurückwerfen des Hammers nützlich verwerthet. Der Reitel ist entweder ein über dem Helm liegender elastischer Balken oder eine pas-

send, z. B. beim Schwanzhammer unter dem Schwanz, angebrachte Feder. — Zur bequemen Anbringung der Zapfen sitzt auf dem Helm ein Ring (Hammerhülse, Bogue, Hurasse, *Hirst*, *Helve-ring*), der an den zwei gegenüberliegenden Seiten die Zapfen (gewöhnlich Kugelzapfen oder Spitzzapfen) trägt.

Ein besonderes Gewicht ist auf eine gute Anordnung des Amboses zu legen. Derselbe besteht in der Regel aus zwei Stücken, dem eigentlichen Ambos aus Schmiedeeisen mit verstählter Bahn und der Chabotte (Chabotte, *Anvil's bed*, *Anvil-block*) aus Gusseisen, in welche der Ambos mit einem Schwalbenschwanz eingeschoben und festgekeilt wird. Die Chabotte findet sodann wieder in dem Ambosstock ihre Befestigung, der zur Vermeidung von Bodenerschütterungen nicht nur recht tief in die Erde hineingehen, sondern auch von dem Theil, der den Hammer aufnimmt (Hammergerüst, Ordon, *Hirst-frame*), getrennt sein muss.

Der Hammerkopf wird jetzt sehr häufig aus Gusstahl hergestellt und je nach seiner Bestimmung mit einer zylindrischen, flachen oder kugeligen Bahn versehen. Sein Gewicht ist sehr verschieden und liegt zwischen 50 und 300 kg. Desgleichen richtet sich die Zahl der Hübe nach Konstruktion, Zweck und Gewicht, wie folgende kleine Tabelle beweist.

	Gewicht in kg.	Zahl d. Schläge p. M.	Hubhöhe in m.
Schwanzhammer	50 bis 300	100 bis 400	0,15 bis 0,5
Aufwerfhammer	200 « 700	80 « 100	0,5 « 0,6
Sternhammer	3000 « 7000	40 « 60	0,3 « 0,45.

Die Winkelhämmer sind mit Ausnahme des Schwanzhammers fast nur noch bei der Darstellung des Eisens, zum Luppenschmieden, Zängen etc. im Gebrauch.

Wenn zwar auch der Schwanzhammer in seiner althergebrachten Bauart immer mehr und mehr durch mechanisch vollkommenere Hämmer verdrängt wird, so ist jedoch seine Anwendung, namentlich in Wasserkraftreichen Gegenden, noch für die weitere Verarbeitung von Bedeutung. Daher folgt hier eine Beschreibung desselben mit Hülfe der Fig. 185.

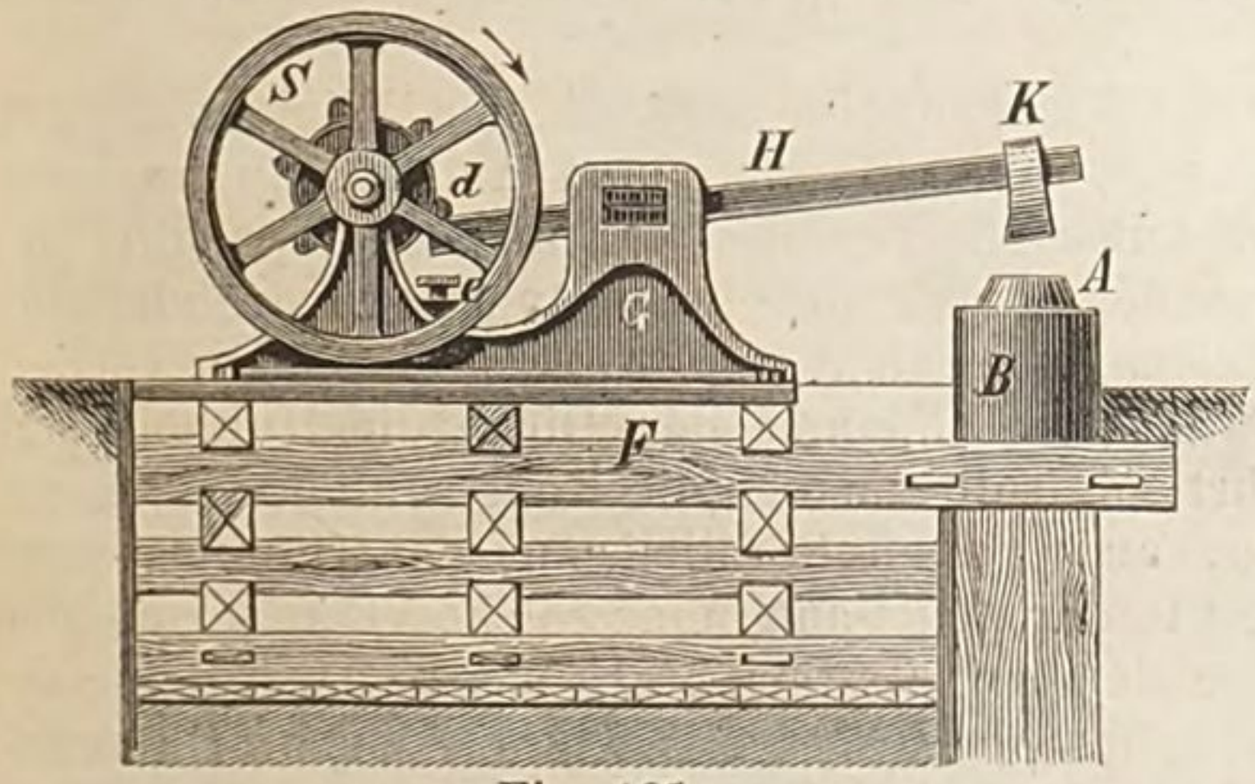


Fig. 185.

Der Hammerkopf K sitzt auf dem Helm H, der in dem Gestell bei G um Spitzzapfen schwingt und zwar in Folge des Aufschlagens von Däumlingen d, die auf einer Scheibe oder Welle sitzen, die eine Drehbewegung von einer Elementarkraft, und durch ein Schwungrad S die entsprechende Regelmässigkeit erhält. Das Gestell ist aus Gusseisen und auf ein Balkenfundament F gelegt, vor dem sich dann die Chabotte B mit dem Ambos A befindet. Als Prellvorrichtung ist ein elastischer Puffer bei e angebracht, gegen den das eine Helmende schlägt.

Die Absicht, den Schwanzhammer durch eine Dampfmaschine in Betrieb zu setzen, hat eine grosse Zahl Konstruktionen hervorgerufen. [1]) So-

1) Polyt. Centralbl. 1870. S. 247; 1872. S. 1334. — Kerpely, Fortschritte, 1868. S. 178.

wohl oszillirende und stillstehende Maschinen als auch Riemenbetrieb sind zur Anwendung gekommen. — Eine Einrichtung bezweckt besonders den Ersatz eines Zuschlägers beim Schmieden und ist so angeordnet, dass der Hammer nicht nur unter beliebigem Winkel gegen die Ambosfläche gestellt, sondern auch um eine vertikale Achse zur Bedienung einer Anzahl im Kreise stehender Ambose gedreht werden (Dampfzuschläger, Frappeur à vapeur, *Steam-striker*)[1]). Für kleinere Gegenstände und in dem Falle, wo ein Arbeiter sowohl die Schläge ausführen als das Arbeitsstück halten und schieben muss, hat man die Winkelhämmer zum Treten eingerichtet (Tritthammer, Fusshammer, *Oliver*) und zwar gewöhnlich so, dass der Hammer durch eine Feder gehoben und durch einen Fusstritt niedergeschnellt wird. Diese Hämmer sind namentlich deshalb höchst zweckmässig, weil der Hammerkopf immer genau auf eine Stelle fällt.

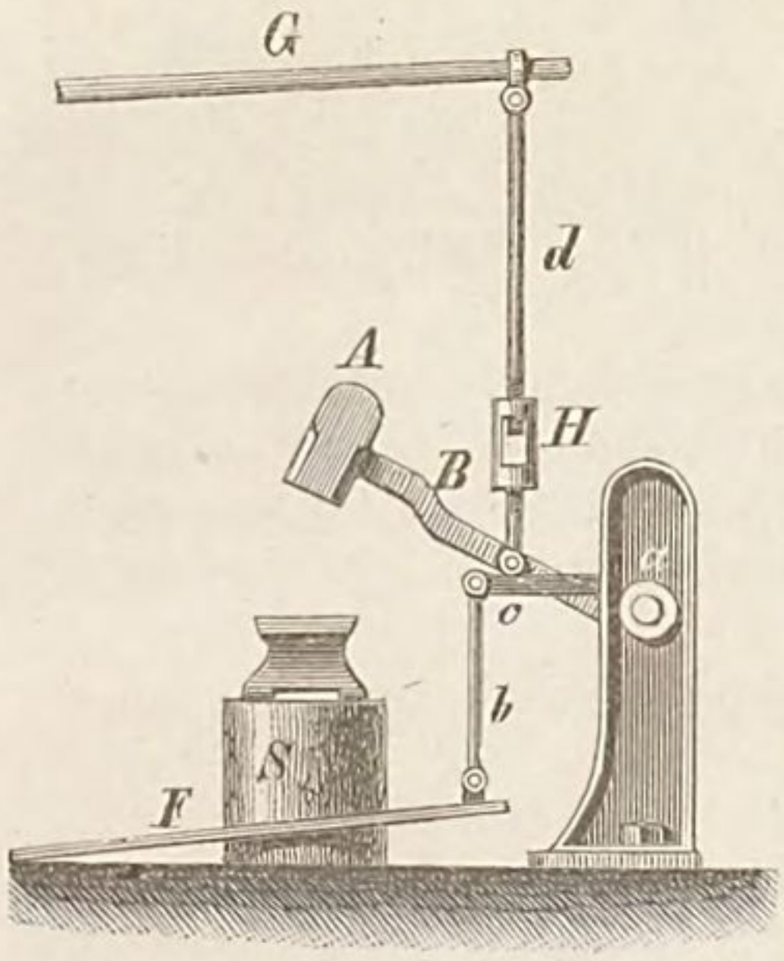


Fig. 186.

In Fig. 186 ist ein solcher Hammer in seiner einfachsten Konstruktion dargestellt. Der Hammer A sitzt an dem Stiel B, der mit einer horizontalen Querachse verbunden ist, welche sich zwischen Spitzen a oder mit Zapfen in Lagern dreht. An derselben Achse sitzt noch ein Hebel c, der zwei Stangen aufnimmt: eine b, welche den Hebel mit dem Fusstritt F und die zweite d, die denselben mit einer an der Decke sitzenden Holzfeder G verbindet. In dieser Stange d ist ausserdem noch eine Schraubenstellung H angebracht, um die Federkraft der Feder G zu reguliren. Als Ambos wird ein gewöhnlicher Schmiedeambos mit Ambosstock S verwendet. — Abänderungen dieses Hammers, dessen Wirkung sehr gerühmt wird, bestehen namentlich in der Verwendung von Stahlfedern, die dann gewöhnlich in dem Hammerstell angebracht sind.

b) Parallelhämmer. Nicht allein der bei den Winkelhämmern vorhandene Umstand, dass es zwischen Hammer und Ambosbahn nur eine Stellung gibt, bei der zwei Auflegeflächen des Arbeitsstückes parallel bearbeitet werden können, sondern auch die beschränkte unveränderliche Hubhöhe, wodurch die Winkelhämmer nicht zur Bearbeitung dicker Gegenstände geeignet sind, weil mit der Zunahme der Dicke die Hubhöhe abnimmt, was gerade umgekehrt sein sollte, haben die Konstruktion derjenigen Hämmer veranlasst, welche, ausser dem Parallelismus der Hammer- und Ambosbahn, in jeder Stellung in der Regel auch eine solche Veränderung der Hubhöhe zulassen, dass diese dem Arbeitsstück etc. angepasst werden kann.

Die Parallelhämmer bestehen dem Wesen nach aus einem Hammerkopf, der sich gewöhnlich in vertikalen Führungen bewegt (Vertikalhammer, Marteau vertical, *Ram*), durch eine mechanische Vorrichtung gehoben und durch die Schwerkraft, oft durch andere Kraft unterstützt, zum Niederfallen veranlasst wird (Fallhammer).

Die Hauptbestandtheile dieser Hämmer sind demnach: der Hammer und dessen Führung, die Hebevorrichtung und ihre Verbindung mit dem Hammer, der Ambos und das Gestell, welches alle Theile vereinigt.

---

1) Polyt. Centralbl. 1873. S. 1134. — Engineering 1873. S. 182. — Zeitschr. Deutsch. Ing. Bd. X. S. 522. — Hoyer, Ausstellungsbericht S. 15.

Der Hammerkopf (Tête, *Head*) ist nur bei kleinen Hämmern aus einem Stück (Schmiedeeisen verstählt oder Stahl) gebildet, bei grösseren aus einem gusseisernen Klotz (Hammerklotz, Bär, Mouton, Pilon, *Block*) mit eingeschobenem und festgekeiltem Kopf. Er wird je nach der Grösse an zwei Führungslinealen (Rahmen) oder nur in einer Art Stopfbüchse geführt.

Das Hebzeug des Parallelhammers ist entweder eine Dampfmaschine, welche über oder unmittelbar neben dem Hammerklotz steht und direkt mit ihm verbunden ist, oder eine Transmission, weshalb man hiernach die Hämmer wieder in Dampfhämmer und Transmissionshämmer eintheilen kann.

Der Dampfhammer (Marteau à vapeur, *Steam-hammer*[1]) ist nicht nur für grössere Deformationsarbeiten unentbehrlich, sondern auch für kleinere Arbeiten von der grössten Wichtigkeit geworden. Ursprünglich von Nasmyth in der einfachsten Weise konstruirt, nämlich durch direkte Verbindung des Hammerklotzes mit der Kolbenstange eines vertikal darüber gestellten Zylinders, in welchen unter den Kolben tretender Wasserdampf denselben hob, während der Niedergang durch die Schwerkraft bewirkt wird, hat der Dampfhammer fast alle Wandlungen mit durchgemacht, welche die Dampfmaschine selbst erfahren hat.

Zunächst lag es nahe, die ursprünglich zum Oeffnen und Schliessen der Dampfkanäle angewandte Handsteuerung durch eine automatische (Selbststeuerung) zu ersetzen (Dampfhämmer mit Hand- und Selbst-Steuerung).

Sodann traf man die Einrichtung, den Dampf nicht nur zum Heben, sondern auch zum Niederwerfen des Hammerklotzes zu verwenden (Dampfhämmer mit Unterdampf allein und mit Oberdampf).

Das Gestell war bei den ersten Hämmern fast immer zweibeinig, später wurden namentlich für kleinere Hämmer einbeinige Gestelle angeordnet, weil der Ambos dann von drei Seiten zugänglich ist (Dampfhammer mit zwei- und einseitigem Gestell).

Eine der wichtigsten Rücksichten bei der Konstruktion der Hämmer ist ihre Stabilität, die so gross als irgend möglich sein soll. Deshalb sind grade hier die Bestrebungen, den Schwerpunkt der Masse möglichst tief zu legen, beachtenswerth. — Die Höhe des Hammers hängt aber wesentlich mit ab von der Fallhöhe des Bären und von dieser wieder die Stosskraft. Was man also an Höhe verliert und dadurch an Stabilität gewinnt, geht an Wirkung verloren: dieselbe Stosskraft kann dann unter sonst gleichen Verhältnissen nur durch grössere Fallmasse oder durch höhere Dampfspannung wiedergewonnen werden, wenn der Hammer mit Oberdampf ausgestattet ist. In Rücksicht auf die Stabilität kann man die folgenden Systeme als die wichtigsten aufstellen:

1) Fig. 187 A. Nasmyth. Bei diesem System liegt der Dampfzylinder A auf dem Gestell fest. Der Hammerklotz B gleitet zwischen zwei

---

1) Polyt. Centralbl. 1861. S. 716, 860, 1336; 1865. S. 627; 1866. S. 625; 1867. S. 526; 1869. S. 1366; 1870. S. 161; 1873. S. 1263, 1387, 1447. — Dingler's Journ. Bd. 178. S. 81; Bd. 182. S. 440; Bd. 184. S. 226, 287; Bd. 189. S. 93; Bd. 195. S. 97; Bd. 199. S. 350. — Zeitschr. Deutsch. Ingen. 1858. S. 119, 181, 307; 1860. S. 1, 6, 40, 110; 1863. S. 204, 525; 1866. S. 351, 622; 1867. S. 211; 1873. S. 483. — Hütte, 1854. T. 7; 1855. T. 20; 1857. T. 1; 1859. T. 11; 1862. T. 13; 1863. T. 2; 1864. T. 14; 1866. T. 23; 1868. T. 30; 1869. T. 20. — Kerpely, Fortschr., 1869. S. 184; 1870. S. 199. — Wiebe, Skizzenbuch, 1865. Heft 2; 1867. Heft 5; 1870. Heft 4; 1872. Heft 2. — Engineering, 1873. S. 121. — Kronauer, Maschinen. II. Taf. 11. — Maschinen-Constructeur, 1868. S. 215 u. 230; 1869. S. 114, 326, 345, 357.

Führungen ff und ist durch eine dünne Stange C mit dem Kolben D verbunden. Bezeichnet man die Hubhöhe mit h, die Länge der Klotzführung mit l, die Länge des Ansatzes an dem Klotz bis zur Hammerbahn

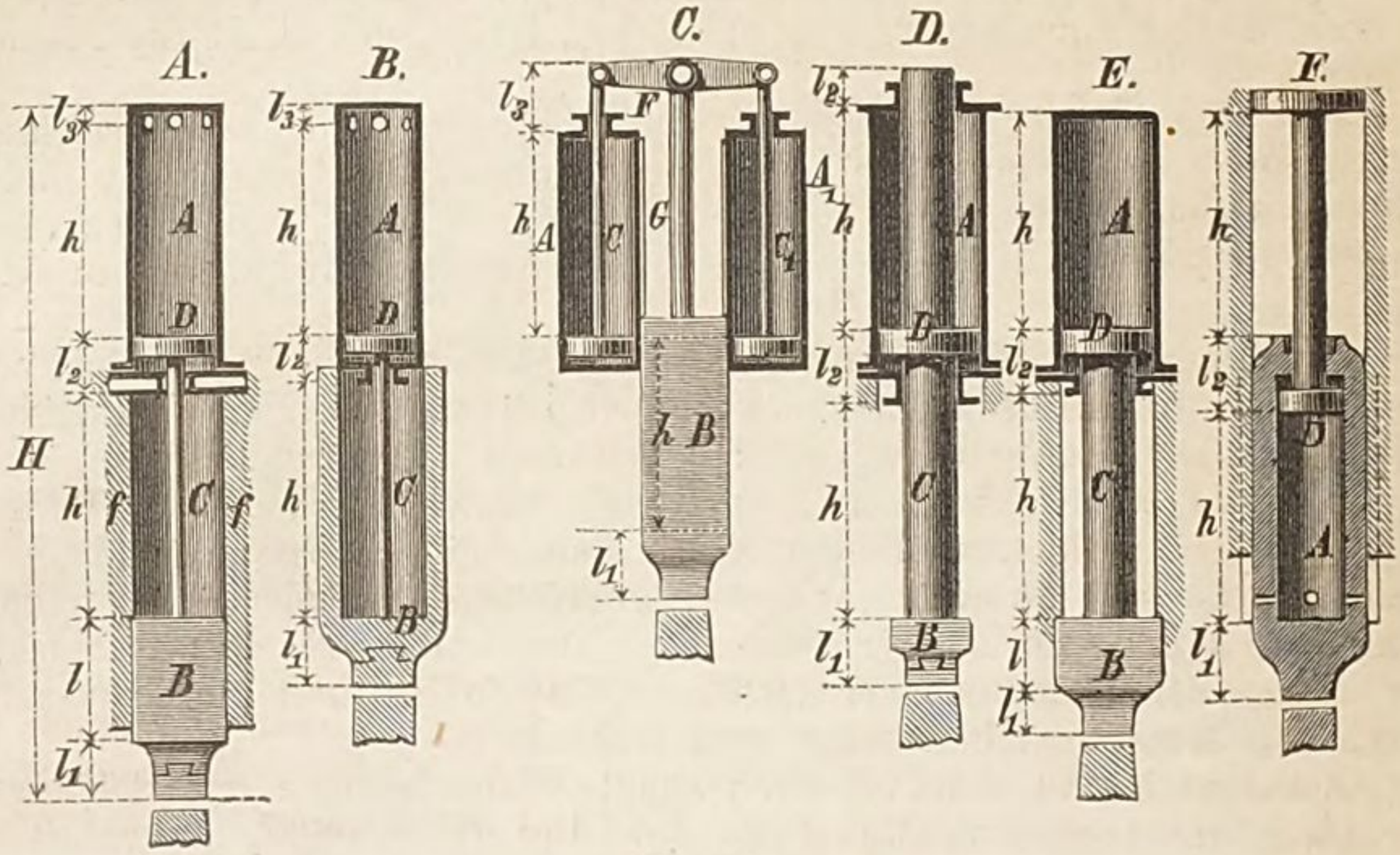


Fig. 187.

mit l_1, die Länge der Stopfbüchse mit l_2 und das obere Dampfzylinderstück über den Löchern mit l_3, so ist die Gesammthöhe über der Ambosbahn

$$H = 2h + l + l_1 + l_2 + l_3.$$

2) Fig. 187 B. Nillus. Hier hängt der Zylinder A mit dem oberen Ende zwischen den zwei Gestelltheilen. Der Hammerklotz B, welcher durch die dünne Kolbenstange C mit dem Kolben D verbunden ist, bildet mit seinem oberen Theil einen Hohlzylinder, welcher beim Aufgange den Dampfzylinder umschliesst und an ihm geführt wird. Unter Beibehaltung der obigen Bezeichnungen ist

$$H = 2h + l_1 + l_2 + l_3,$$

weil nämlich die Länge l wegfällt, indem das Material in der Hohlzylinderwand sitzt.

3) Fig. 187 C. Voisin. Bei diesem System liegen zwei Zylinder $A\,A_1$ neben einander, so dass der Hammerklotz B sich zwischen denselben bewegt. Derselbe ist mit den zwei Kolben durch eine Stange G, eine Traverse F und die zwei Kolbenstangen $C\,C_1$ verbunden. Die Gesammthöhe ist also

$$H = 2h + l_1 + l_2 + l_3.$$

4) Fig. 187 D. Morrisson. Dieser Hammer hat zunächst einen zwischen den Gestelltheilen sitzenden Zylinder A. Die Verbindung des Hammerklotzes B mit dem Kolben D wird durch eine dicke Kolbenstange C vermittelt, welche zugleich durch den oberen Zylinderdeckel geht, und dadurch in zwei Stopfbüchsen Führung bekommt. Indem dadurch das Gewicht des Klotzes zum grössten Theil in diese Stange gebracht ist, fällt wie bei dem System Nillus ein grosses Stück der Klotzlänge l weg. Die ganze Höhe ist

$$H = 2h + l + l_1 + 2l_2.$$

5) Fig. 187 E. Daelen. Der Zylinder A liegt hier auf dem Gestell. Der Hammerklotz B hat wie bei Morrisson eine dicke Stange C zur Verbindung mit dem Kolben D. Hier beträgt die Gesammthöhe

$$H = 2h + l + l_1 + l_2.$$

6) Fig. 187 F. Condie. Dieses System unterscheidet sich von allen vorhergehenden dadurch, dass der Kolben D festhängt, während der Dampfzylinder A zugleich die fallende Masse ausmacht. Der Hammerkopf bildet daher einen Theil des Zylinders A, welcher letzterer zwischen den Gestelltheilen geführt wird. Die Gesammthöhe dieses Hammers über der Ambosbahn ist also

$$H = 2h + l_1 + l_2.$$

Man erkennt aus dieser Zusammenstellung leicht, welches System bei gleicher Fallhöhe und sonst gleich grossen Theilen die geringere Gesammthöhe hat und also in Bezug auf Stabilität den Vorzug verdient.

Ausser der Stabilität ist jedoch noch von besonderer Wichtigkeit die Haltbarkeit der Konstruktion und eine gute Anordnung in Bezug auf die Ausnutzung des Dampfes etc., auf bequemes Handhaben, auf schnelle Wirkung etc.

Was die Haltbarkeit anbetrifft, so ist erfahrungsgemäss konstatirt, dass die Hämmer mit einem und zwar feststehenden Zylinder die dauerhaftesten sind, weshalb die Systeme Nillus, Voisin und Condie immer weniger zur Anwendung kommen, und dass die Systeme Nasmyth und Daelen besonders bevorzugt werden.

Bei Anlage der Steuerung ist zu berücksichtigen, dass die Hubhöhe des Hammers nicht konstant, sondern veränderlich sein muss, da nicht nur verschieden dicke Arbeitsstücke verschiedene Hubhöhe verlangen, sondern da auch bei jedem Schlage die Hubhöhe um soviel zunimmt, als die Dicke des Arbeitsstückes abnimmt. Ferner ist die Gewalt des Schlages zu bemessen nach der Grösse der zu erzielenden Deformation und also während der Arbeit beständig zu ändern. — Deshalb wird eine Selbststeuerung ziemlich komplizirt und in allen Fällen der Hammer so einzurichten sein, dass man auch mit der Hand die Steuerung regieren kann; darum wird die Selbststeuerung immer mehr durch Handsteuerung verdrängt.

Besitzen die Hämmer einen sehr schnellen Gang (Schnellhämmer) oder eine ziemlich konstante Hubhöhe, so ist die Selbststeuerung nothwendig oder vortheilhaft.

Als Steuerapparat ist sowohl der Schieber als auch das Ventil, der Kolben und Wilsons Drehhahn vorhanden. Diese Apparate müssen sich, wenn die Steuerung leicht mit der Hand bewirkt werden soll, möglichst leicht bewegen lassen; deshalb eignen sich besonders für Handsteuerungen die leicht beweglichen Doppelsitzventile. Hähne, Schieber, Kolben sind jedenfalls entlastet anzuwenden.

Die auffliegende Hammermasse muss zur Vergrösserung des Effektes, wenn die Bewegung über eine gewisse Geschwindigkeit hinaus geht, ebenfalls geprellt werden. Dies geschieht entweder durch Federn, Luftpuffer oder Dampfpuffer. Bei der Luftprellung besitzt der Dampfzylinder (Fig. 187, S. 150) in einiger Entfernung vom Deckel eine Reihe Löcher, durch welche die atmosphärische Luft eindringt oder entweicht, je nach der Bewegungsrichtung des Kolbens. Beim Ende des Hubes verschliesst der aufsteigende Kolben diese Löcher und komprimirt die über denselben befindliche Luft, wodurch das Aufsteigen begrenzt und der Fall beschleunigt wird.

Wenn anstatt Luft Dampf durch eine Oeffnung in den oberen Raum des Zylinders tritt, welche vom Kolben verschlossen wird, so entsteht die Dampfprellung (Dampfpuffer). Hierin liegt der Uebergang zu der doppelwirkenden Maschine (Marteau à vapeur à double effet, *Double acting steam hammer*), bei der auf dem ganzen Fallwege der Dampf (entweder voll oder durch Expansion) beschleunigend auf die fallende Masse einwirkt. — Hat die einseitige Kolbenstange eine beträchtliche Dicke (Daelen), so ist offenbar bei gleicher Dampfspannung p oben und unten im Zylinder durch die Differenz der beiden Kolbenflächen ein Ueberdruck

$$Fp - fp$$

vorhanden, wenn f die Stangenquerschnittsfläche und F die Kolbenfläche bezeichnet. Dieser Ueberdruck (dem der Atmosphärendruck auf den Querschnitt f entgegenwirkt) hemmt den Aufgang und beschleunigt den Rückgang. Er entsteht, wenn nach der Hebung des Kolbens der Unterdampf in den oberen Theil des Zylinders geleitet wird. Da aber beim Niedergange die Kolbenstange aus dem Zylinder tritt, so wirkt der Dampf durch Expansion. Deshalb ist diese ganze Anordnung sehr rationell. — Mitunter wendet man auch folgende Methode bei Hämmern mit dicker Kolbenstange an. Der untere Raum des Zylinders steht mit der Dampfzuleitung stets in Verbindung. Dieser Dampf hebt den Kolben, wenn der Oberdampf entweicht und zwar bis zu einer gewissen Höhe, wo die Ausströmung aufhört und Kompression beginnt. Noch etwas höher gehoben, tritt sodann frischer Oberdampf zu dem komprimirten und beschleunigt den Fall anfangs mit vollem Druck, dann durch Expansion. — Bei sehr grossen und langsamgehenden Hämmern pflegt man Oberdampf und Prellung wegzulassen.

Zur Aufnahme der Stösse und zur Unterstützung des Arbeitsstückes dient der Ambos, der fast immer aus zwei Theilen besteht: dem eigentlichen Ambos und der Chabotte (Schabotte, Chawatte, Chabatte; Chabotte) und gewöhnlich isolirt zwischen dem Hammergestell fundamentirt wird. Der Ambos wird in eine Schwalbenschwanznuth der Schabotte eingeschoben und mit Keilen befestigt, die Chabotte wird dann auf den Ambosstock (Hammerstock, Billot, *Stock*) gesetzt. Das Gewicht der Masse, die den Stoss aufnimmt, ist bei grösseren Hämmern mindestens gleich dem 10fachen der fallenden Masse zu nehmen. Zweckmässiger legt man die lebendige Kraft oder das Arbeitsmoment dem Gewicht der Chabotte zu Grunde und nimmt für Hämmer bis 2500 Kg. Gewicht und 1,2 m. Fallhöhe auf 1 mk. mechanischer Wirkung, 10 Kg. Chabottengewicht und erhöht das letztere für Hämmer bis 20000 Kg. auf 12 Kg. und bei den grössten Hämmern auf 14 Kg. — Man hat auch Einrichtungen getroffen, den Ambos während der Arbeit allmählich um die Abnahme der Dicke des Arbeitsstückes mit Hülfe einer Art hydraulischen Presse zu heben, um die Fallhöhe des Hammers konstant und also auch seine Selbstumsteuerung möglichst einfach zu erhalten.

Das Hammergestell, welches die Dampfmaschine, die Hammerführungen etc. trägt, muss diesem entsprechend nicht nur sehr solide, sondern auch, um mit dem Hammer bequem manövriren zu können, möglichst frei gebaut werden. Bei grösseren Hämmern ist dasselbe zweibeinig, bei kleineren sehr oft einbeinig. Die Gestelle sind entweder aus Gusseisen (rippenförmig oder hohl) hergestellt, oder aus Schmiedeisen, oder Stahl. Grosse schmiedeiserne Gestelle werden aus Blech zusammengenietet; dann sind z. B. die Beine säulenartig vertikal stehend ausgeführt und mit einem

Blechträger, welcher zugleich die Dampfmaschine trägt, verbunden oder bockartig aus zwei graden, unten auseinander stehenden, oben zusammentretenten Stützen gebildet u. s. w. Bei kleineren Hämmern ruht dann auch wohl die Chabotte mit dem Gestell auf einer gemeinschaftlichen Fundamentplatte.

Ueber das gebräuchlichste Verhältniss zwischen Fallgewicht, Fallhöhe, Gewicht der Chabotte, Anzahl der Hübe bei Hämmern bis etwa 4000 Kg. Fallgewicht gibt folgende Tabelle Anhaltspunkte:

Fallgewicht in Kg.	Fallhöhe in mm.	Gewicht des Hammers in Kg.	Gewicht der Chabotte in Kg.	Grösste Anzahl der Hübe p. M.
75	200	700	1500	500
100	320	1000	2000	400
150	340	1200	2500	375
200	400	1400	3000	350
250	470	1750	3500	300
300	550	2250	4000	250
400	630	2750	5000	200
500	800	3750	6000	180
600	800	4100	7000	170
750	870	5000	9000	150
1000	910	—	—	100
2000	1210	—	10000	80
3000	1520	—.	—	60
4000	1670	--	—	50

Zum weiteren Verständniss des Vorhergehenden mag die folgende Beschreibung zweier Dampfhämmer[1]) dienen.

Fig. 188 u. 189 (s. S. 154) stellen einen Hammer mit dicker Kolbenstange dar, dessen Fallgewicht zwar 550 Kg. ist, der aber zugleich als Muster für kleinere Hämmer (Schnellhammer) mit Selbststeuerung dienen kann und an dem die allgemeine Anordnung eines Dampfhammers mit einseitigem Gestell zu erkennen ist. Der Hammer S ist in eine Schwalbenschwanznuth des Klotzes M so eingeschoben und verkeilt, dass die Hammerbahn um 45° gegen das Gestell geneigt ist. Der Ambos T ist mit der Chabotte, auch um 45° gegen das Hammergestell geneigt, durch Schwalbenschwanz und Keil verbunden, so dass selbst sehr lange Arbeitsstücke bequem aufgelegt werden können. Der Klotz M, der mit dem Stiel und dem Kolben von 0,35 m Durchmesser aus einem Stück geschmiedet ist, gleitet zwischen den Führungen Q Q, welche von dem Gestell R durch kräftige Schrauben gehalten werden. Die Dampfmaschine hängt vor dem oberen Theil des Gestells, und das letztere wird von einer rückwärts gestellten Verlängerung V der Chabotte U aufgenommen. Die Verbindung dieser Theile geschieht durch zylindrische Ansätze a, die jedem Stück zur Hälfte angehören, welche Hälften durch einen heiss übergelegten Ring fest zusammen gehalten werden. Der Hammer ist doppelwirkend. Der Dampf tritt durch das Rohr A zunächst in eine Vorkammer, die durch einen Schieber b mit dem Dampfvertheilungskasten D in Kommunikation gesetzt wird. Dieser Vorschieber, der zugleich zur Regulirung dient, erhält seine Bewegung durch die Kurbel F und die vertikale Stange E vermittelst eines horizontalen Hebels, der die Schieberstange B fasst. — Der Dampfvertheilungsschieber D dahingegen wird durch den Hammer bewegt. Zu dem Zwecke

1) Wiebe, Skizzenbuch, 1872. Heft 2; 1867. Heft 5.

hat die Schieberstange g bei K einen offenen Rahmen, in dem eine Rolle liegt, die an einem Hebel H G sitzt. Dieser Hebel geht durch eine Hülse L, welche um einen an dem Hammerklotz M sitzenden Zapfen schwingt, und wird daher mit dem Hammer auf- und niedergeführt: dadurch stösst die Rolle r abwechselnd gegen das untere oder obere Rahmenstück K und steuert den Schieber um. Um nun hier bei einem zwischen 0 und 0,45 m veränderlichen Hub dieselbe Dampfvertheilung zu haben ist, der Hebeldreh-

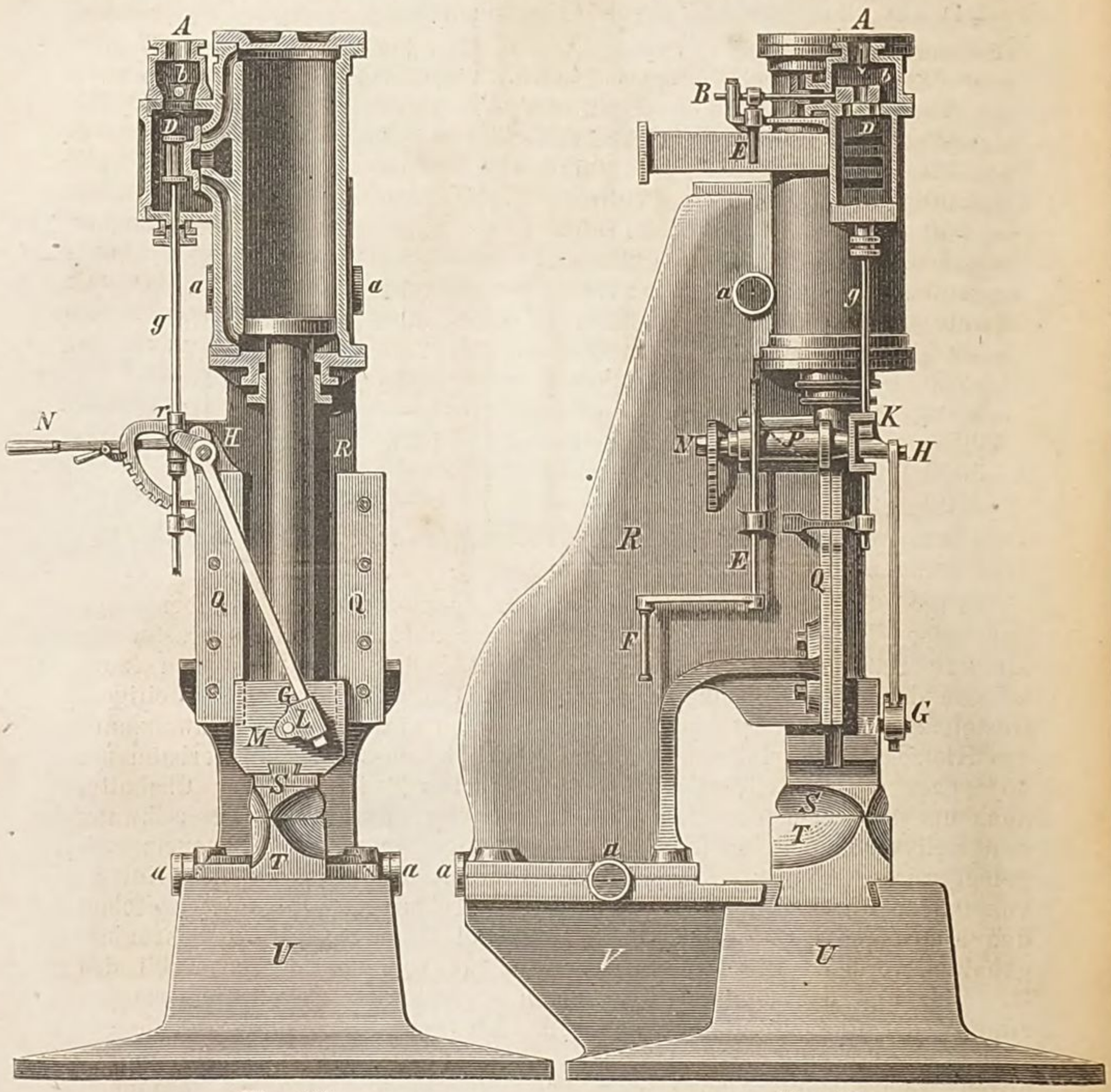


Fig. 188. Fig. 189.

punkt H auf- und niederstellbar eingerichtet. Zu dem Ende ist der Hebel N angebracht, der seine feste Drehachse in P hat und an einem Bogen spielt, der durch Einschnitte das Feststellen dieses Hebels ermöglicht. Am Ende der Achse P und exzentrisch zu ihr befindet sich der Drehzapfen für den Hebel H G. Drückt man daher den Hebel N nieder, so hebt sich die Drehachse des Steuerhebels H G, wodurch bewirkt wird, dass bei einem höheren Stande des Hammers die Rolle am oberen Hebelende ebenfalls rechtzeitig anschlägt.

Die Zeichnung Fig. 190 stellt einen Hammer nach dem System Nasmyth mit Unterdampf, einer von der Hand zu bewegenden Ventilsteuerung, einem Fallgewicht von 2000 Kg. und einer Fallhöhe von 1 m. dar. — Der Hammerklotz K, in dem der Hammer H durch Keile festsitzt, hängt durch die Stange S an einem Kol-

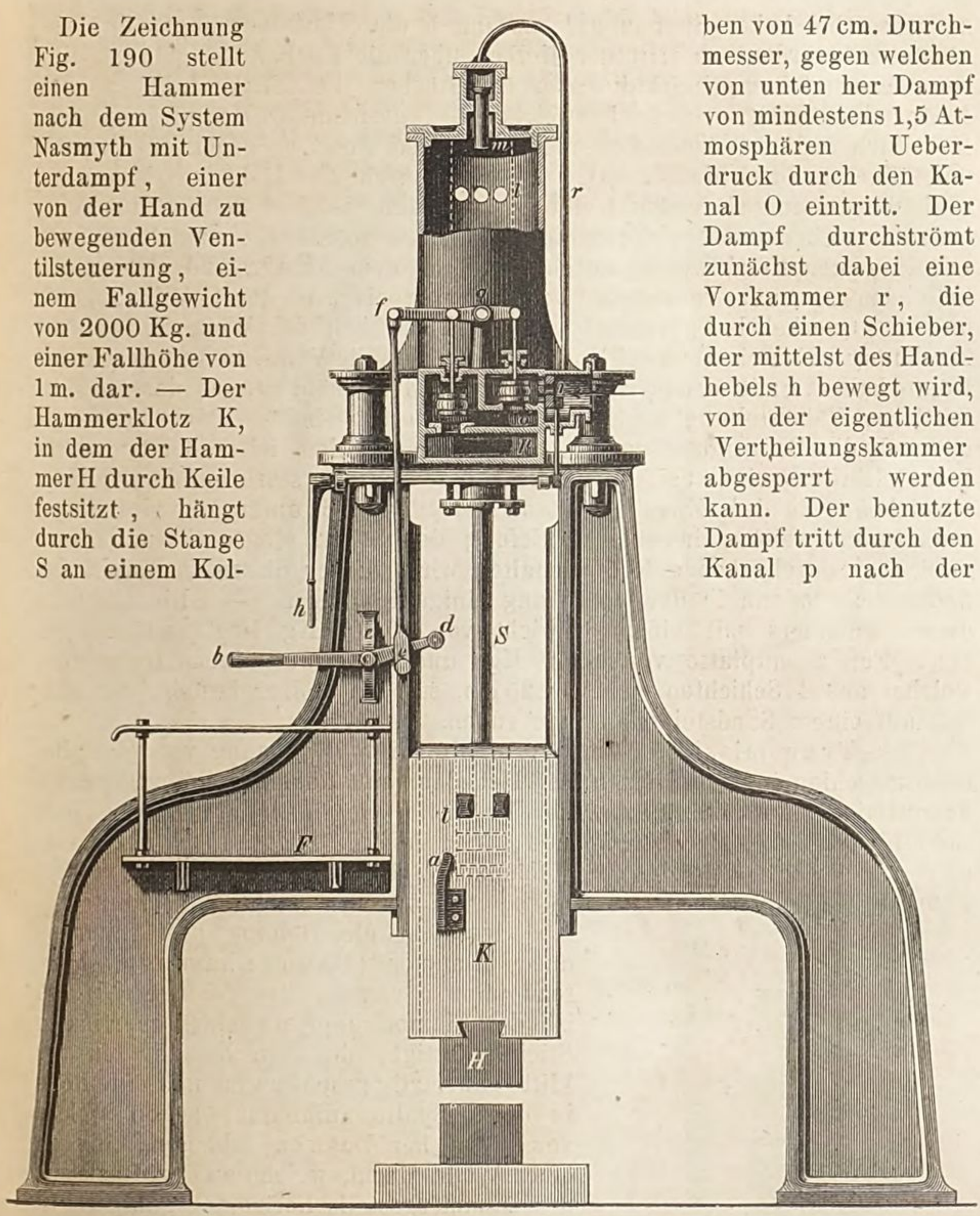


Fig. 190.

ben von 47 cm. Durchmesser, gegen welchen von unten her Dampf von mindestens 1,5 Atmosphären Ueberdruck durch den Kanal O eintritt. Der Dampf durchströmt zunächst dabei eine Vorkammer r, die durch einen Schieber, der mittelst des Handhebels h bewegt wird, von der eigentlichen Vertheilungskammer abgesperrt werden kann. Der benutzte Dampf tritt durch den Kanal p nach der

Rückseite des Zylinders in ein angegossenes Abströmungsrohr nach aussen. Um eine Kommunikation des oberen Zylinderraumes mit der äusseren Atmosphäre herzustellen, befinden sich in demselben 10 Löcher l von je 40 mm. Durchmesser, welche nach dem oben genannten Dampfausströmungskanal führen. — Um zu vermeiden, dass der Kolben nicht zu hoch gehoben wird, was durch zu langes Offenhalten des Einlassventils eintritt und wodurch leicht der Zylinderdeckel abgeschlagen werden kann, ist der Hammerklotz mit einem Mitnehmer a versehen, der im richtigen Augenblick gegen den Arm d des Steuerhebels b c d stösst und dadurch das rechts sichtbare Einlassventil schliesst, das links sitzende Auslassventil aber öffnet. Ist jedoch die lebendige Kraft der sich aufwärts bewegenden Masse

zu gross (bei hoher Spannung), um durch diese Umsteuerung sofort vernichtet zu werden, so tritt der Kolben über die Löcher l, schliesst diese somit ab und komprimirt die über den Löchern befindliche Luft, so dass Luftprellung und auch ein Entweichen des gespannten Dampfes entsteht. Hebt sich endlich der Kolben noch höher, so stösst er gegen ein Ventil m und öffnet dadurch den Kanal, der nun durch das Rohr r frischen gespannten Dampf über den Kolben treten lässt, so dass die ohnehin schon bedeutend abgenommene Geschwindigkeit nun vollständig vernichtet wird. Die Handsteuerung, welche durch einen auf dem Führerstand F sich aufhaltenden Arbeiter vermittelst des Steuerhebels b c d der Schubstange e f und des Querhebels f g regiert wird, erklärt sich des Weiteren auf der Zeichnung. Es sei nur noch hinzugefügt, dass die Ventilstangen geschlitzte Köpfe haben, mit denen sie an dem Hebel f g hängen, so dass bei der mittleren Hebelstellung beide Ventile geschlossen sind. — Bemerkenswerth ist noch die Befestigung der Hammerstange mit dem Klotz bei t, welche recht elastisch sein muss, damit die Stösse nicht zu stark auf den Zylinder einwirken. Zu dem Zwecke sitzt an der Stange S unten ein viereckiges Querstück, welches in eine Vertiefung des Bären eingesenkt und durch zwei quer durchgehende Keile gehalten wird. Unter diesem Querstück befinden sich sodann in der Vertiefung einige Holzlagen. — Die Chabotte dieses Hammers mit einem Gewicht von 10,000 Kg. liegt zunächst auf einer Fundamentplatte von 6250 Kg. und diese auf einem Holzgerüst, welches aus 4 Schichten eichener 25 cm. starken Hölzer besteht, die endlich auf einem Sandsteinquaderbau ruhen.

Die Transmissionshämmer erhalten ihre Bewegung von einer Betriebsmaschine indirekt vermittelst Hebedaumen, Kurbeln, Reibungsrollen, komprimirter Luft etc. Trotz der Vortheile, die sie dadurch bieten, dass sie billiger in der Herstellung sind, sich überall leicht anbringen lassen u. s. w., gewähren sie den Dampfhämmern gegenüber nur dann Vorzüge, wenn ihr Fallgewicht klein ist, d. h. etwa 500 Kg. nicht überschreitet.

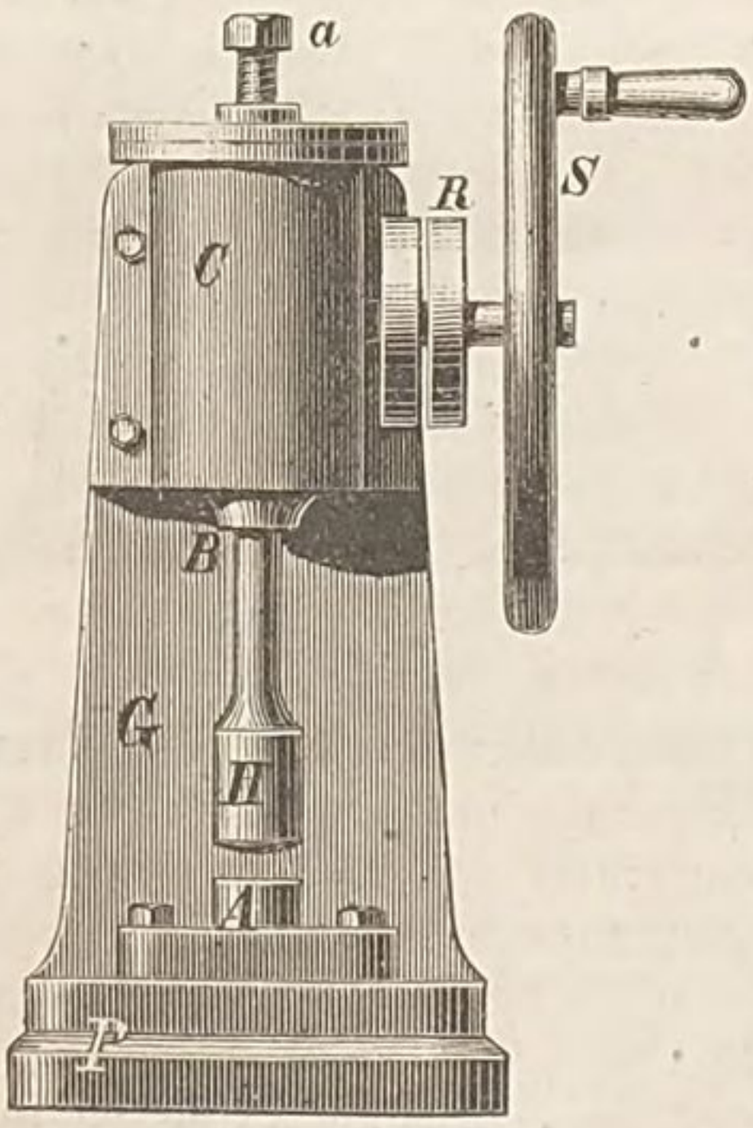


Fig. 191.

Geschieht die Hebung des Hammers durch Daumen (Daumenhammer, Marteau pilon à cames, *Tapet-hammer*) [1]), so ist der Hammerkopf an einem vertikalen Stiel befestigt, der zweckmässig in der Mitte gabelartig gespalten ist und eine Rolle in diese Spalte aufnimmt, gegen welche von unten her Daumen schlagen, die an einer Welle sitzen, welche an der Rückseite des Hammergestells horizontal gelagert ist und durch einen Riemen in Drehung versetzt wird. Beim Aufwärtsbewegen ist eine Prellung erforderlich, welche gewöhnlich durch Federn, Kautschukringe, Luft etc. hervorgebracht wird. — Diese Hämmer haben mit den Hebelhämmern das Uebel gemein, dass ihre Hubhöhe begrenzt ist und die Gewalt des Schlages nur durch Vergrösserung des Hammergewichts vermehrt werden kann. — Neuerdings hat man Daumen-

1) Dingler's Journal Bd. 151. S. 253. — Polyt. Centr. 1859. S. 361, 1249; — Armengaud. Publ. 17. S. 515. Bulletin de Mulhausen T. 23. S. 145. — Mitth. d. Hann. Gew. 1858. S. 356. Berliner Verhandl. 1859. S. 168.

hämmer für den Handbetrieb sehr kompendiös so eingerichtet, dass der Hebedaumen zugleich eine regulirbare Feder sehr stark spannt, die den Hammerkopf mit grosser Kraft niederschnellt, wenn der Daumen denselben verlässt (Federhammer). Dadurch wird dieser Hammer zu einer sehr empfehlenswerthen kleinen Werkzeugmaschine für kleinere Arbeiten. Fig. 191 gibt ein Bild dieses Hammers. Der Kopf H ist zylindrisch und an einer Stange befestigt, die durch die Stopfbüchse B eines Zylinders C geht, in dem die Feder sich befindet, gegen welche der Hammerkolben durch Daumen gepresst wird, die auf einer durch das Handrad S bewegten Welle sich befinden. Der Zylinder hängt an dem einseitigen Gestell, das sich nach vorn durch die Platte ausbreitet, welche den Ambos A aufnimmt. Die Riemscheiben R ermöglichen den Betrieb auch durch Riemen. Zur Regulirung der Federspannung ist die Schraube a angebracht. Das Fallgewicht liegt zwischen 25 und 100 Kg. und die Fallhöhe zwischen 60 und 250 mm. Die Zahl der Schläge beträgt bei Handbetrieb 120 bis 160, bei Riemenbetrieb 250 bis 400.

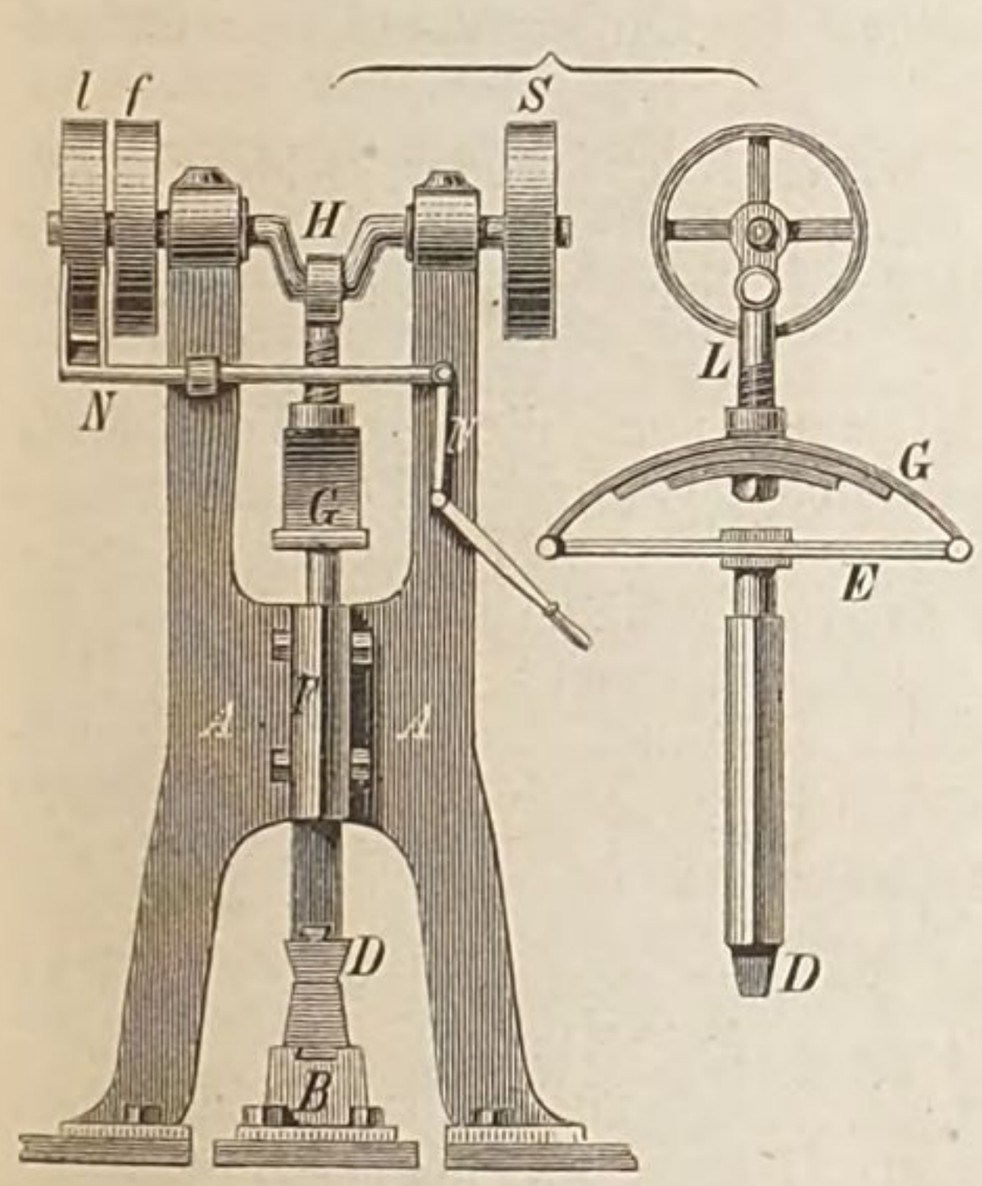


Fig. 192 u. 193.

Wird der Hammerstiel durch eine Kurbel (Kurbelhämmer) in Bewegung gesetzt, welche denselben direkt ergreift, so muss, zwischen Hammer und Stiel ein elastisches Medium oder eine Ausrückungsvorrichtung vorhanden sein, wenn der Hammer schlagen und nicht drücken soll, da nach dem Kurbelgesetz der Hammer am Ende des Hubes, also beim Aufschlagen am langsamsten sich bewegt. — Die Ausrückungsvorrichtung ist so eingerichtet, dass der Hammer beim höchsten Stande sich von der Hebestange trennt und frei niederfällt. — Als elastisches Medium hat sich am brauchbarsten eine Stahlfeder erwiesen. Die in Fig. 192 u. 193 dargestellte Anordnung eines solchen Federhammers (Marteau à ressort, *Dead stroke hammer, Springhammer*)[1]) ist eine der zweckmässigsten. Das zweitheilige Gestell A A nimmt unten den isolirten Ambos B zwischen sich; bei F ist die Führung für die Hammerstange, welche bei D den Kopf und bei E einen Riemen aufnimmt, der durch die Feder G horizontal gespannt wird. Diese Feder hängt an der Stange L, welche, um den Schlag zu reguliren, zur Verkürzung oder Verlängerung eine Schraubenverbindung hat und mit einer Oese die Kurbel an der Welle H umfasst. Die Riemscheiben l und f sitzen an dem einen, ein Schwungrad S an dem anderen Ende dieser Welle. Vor dem Gestell liegt der Riemenführer N, der mit einem Handhebel verschoben werden kann. Ein solcher Hammer von 62 Kg. Fallgewicht macht bis 150 Schläge per Minute.

---

1) Dingler's Journ. Bd. 187. S. 192. — Pol. Centr. 1870. S. 93, 1873, S. 1445. — Kerpely Fortschr. 1870. S. 193. — Engineering 1869. S. 294. — Scientofic 1873. S. 262. — Schweiz. Ztschr. 1868. S. 55. — Mitth. d. Hann. Gew. Ver. 1867. S. 237. — Ztschr. deutsch. Ing. Bd. XIII. S. 272. — Maschin.-Constr. 1875. S. 97.

Der elastische Schlag eines Federhammers hat sich als sehr energisch und nicht nur von günstiger, sondern auch höchst vortheilhafter Wirkung herausgestellt, woraus sich wohl auch die verschiedensten Ausführungen dieses Prinzips erklären.

Bei denjenigen Hämmern, welche durch Friktionsrollen bewegt werden (Friktionshämmer, Marteau pilon à friction, *Friction-hammer*) [1]), wird die vertikale, gewöhnlich viereckige Hammerstange von zwei Keilrädern gefasst, wovon das eine sich dreht und durch Anpressen an die Stange letztere mitnimmt, bei Aufhebung der Pressung aber die Stange mit dem unten daran sitzenden Hammerkopf fallen lässt. Durch eine einfache Ausrückvorrichtung wird die Hubhöhe, also die Stärke des Schlages regulirt.

Pneumatische Hämmer [2]) sind solche, bei welchen die Luft als Transmissionsmittel benutzt wird, was auf zweierlei Weise geschehen kann. Entweder wird die Luft komprimirt und unter einen Kolben, der sich in einem Zylinder bewegt und an dessen Stange der Hammerkopf sitzt, geführt; oder es wird über diesem Kolben die Luft verdünnt und dadurch ein Steigen desselben veranlasst.

Der Vorschlag, Hämmer durch Wasserdruck [3]) oder Oeldruck statt durch Dampfdruck in Bewegung zu setzen, dürfte wohl nur für langsam gehende Hämmer ausführbar sein, die dann aber schon den Charakter der Presse annehmen.

Zu den Transmissionshämmern ist auch noch diejenige Vorrichtung zu zählen, welche zwar nicht dazu bestimmt ist, direkte Formänderungen an Arbeitsstücken hervorzubringen, aber eine Masse in Bewegung zu setzen gestattet, welche durch Niederfallen kräftige Schläge ausführt, ohne die komplizirten Einrichtungen der mechanischen Hämmer zu bedürfen. Das Wesentlichste eines solchen Fallwerks (Mouton, *Stamp*) [4]) ist ein prismatischer Klotz (Hammer) aus Gusseisen, (dessen Gewicht dem jedesmaligen Gebrauchsfall angepasst wird, aber selten 100 Kg. überschreitet), der sich zwischen zwei vertikalen Gleitstangen bewegt und durch ein Seil, das über eine grosse Rolle geht und von einem Arbeiter angezogen wird, etwa 0,5 bis 2 m. in die Höhe gehoben und sodann frei fallen gelassen wird. — Nach dem Aufschlagen hat der Hammer die Tendenz, zurückzuspringen und somit sofort einen zweiten Schlag auszuführen, was bei der Bestimmung des Fallwerks durch Auffangen des Hammers zu verhindern ist. Zu dem Zwecke ergreift entweder der Arbeiter rechtzeitig das Seil, oder es schnappt ein am Hammer sitzender Fall- oder Sperrkegel in eine gezahnte Stange ein, die an der Führungsstange befestigt ist. — Mitunter werden auch die Fallwerke durch Elementarkraft betrieben [5]), wodurch sie noch mehr den Charakter der Transmissionshämmer erhalten.

---

1) Ztschr. Deutsch. Ing. 1870. S. 751. — Polyt. Centr. 1871. S. 290. — Dingler's Journal. Bd. 136. S. 182. Bd. 200. S. 178. — Deutsch. Gew.-Zeit. 1859. S. 455. — Hütte 1855. Taf. 7. 1867. Taf. 16. — Kronauer, Masch. III. Taf. 33. 2) Polyt. Centr. 1867 S. 8; 1868. S. 150. — Dingler's Journal. Bd. 176. S. 176. Bd. 179. S. 7. — Kerpely, Fortsch. 1868. S. 187. 1869. S. 201. — Deutsch. Indust.-Zeit. 1867. S. 3. — Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 1867. S. 220. 3) Polyt. Centr. 1856. S. 534. — Dingler's Journal, Bd. 140. S. 18. 4) v. Kulmer. Die Kunst des Goldarbeiters. Weimar 1872. S. 95. — Dingler's Journal Bd. 96 S. 8, Bd. 144 S. 7, Bd. 147 S. 255, Bd. 160 S. 5. 5) Zeitsch. Deutsch. Ing. 1870, S. 751; Polyt. Centr. 1872, S. 772.

B. Stosswerk, Druckwerk, Schmiedemaschine, Presse.

Ein zur Erzeugung eines kräftigen Stosses vorzüglich geeignetes Mittel ist die Schraube, wenn sie mit einer sich bewegenden Masse so in Verbindung gebracht wird, dass die letztere ihre lebendige Kraft auf den Stoss verwenden kann. Zu dem Zwecke wird eine Schraube A Fig. 194 mit eisernen Querarmen (Schwengeln) B versehen, welche an beiden Enden gewichtige Eisenmassen in Scheiben-, Linsen-, oder Kugelform (Schwungkugeln) aufnehmen, die bei einer schnellen Drehung die Schraube in der Mutter M mitdrehen, also in der Achsenrichtung bewegen und beim Aufstossen auf eine Unterlage die aufgesammelte lebendige Kraft zur Wirkung bringen. Damit der Stoss kurz und kräftig wird, und die Längenverschiebung der Schraube die erforderliche Grösse erhält, ohne eine Bewegung des Schwengels in einem grösseren Bogen als 90 bis 180° zu beanspruchen, und damit endlich der Rückstoss auch eine Rückdrehung der Schraube möglich macht, ist die Schraube sehr steil, d. h. der Steigungswinkel etwa 9° gleich dem Reibungswinkel, und mehr- (drei- oder vier-) gängig zu machen. Die Schraube darf wegen ihrer Drehung nicht direkt auf das Arbeitsstück aufstossen, sondern muss ein besonderes Stück D vor sich herschieben, das den Stoss ausübt, ohne an der Drehung Theil zu nehmen. Dieses Stück ist gewöhnlich ein viereckiger Eisenklotz, der eine entsprechende Führung innerhalb des bügelartigen Gestells erhält, und mit dem die Schraube A so verbunden ist, dass sie dasselbe nicht nur niederstösst, sondern auch wieder mit in die Höhe zieht. — Dieses Stosswerk (Prägwerk, Balancier, *Fly-press*, *Stamping press*) kommt nicht nur in den verschiedensten Grössen, sondern auch in manchen Abänderungen (z. B. mit einseitigem Gestell) zu verschiedenen Bestimmungen vor, sondern ist auch zum Betriebe mit Elementarkraft eingerichtet.[1])

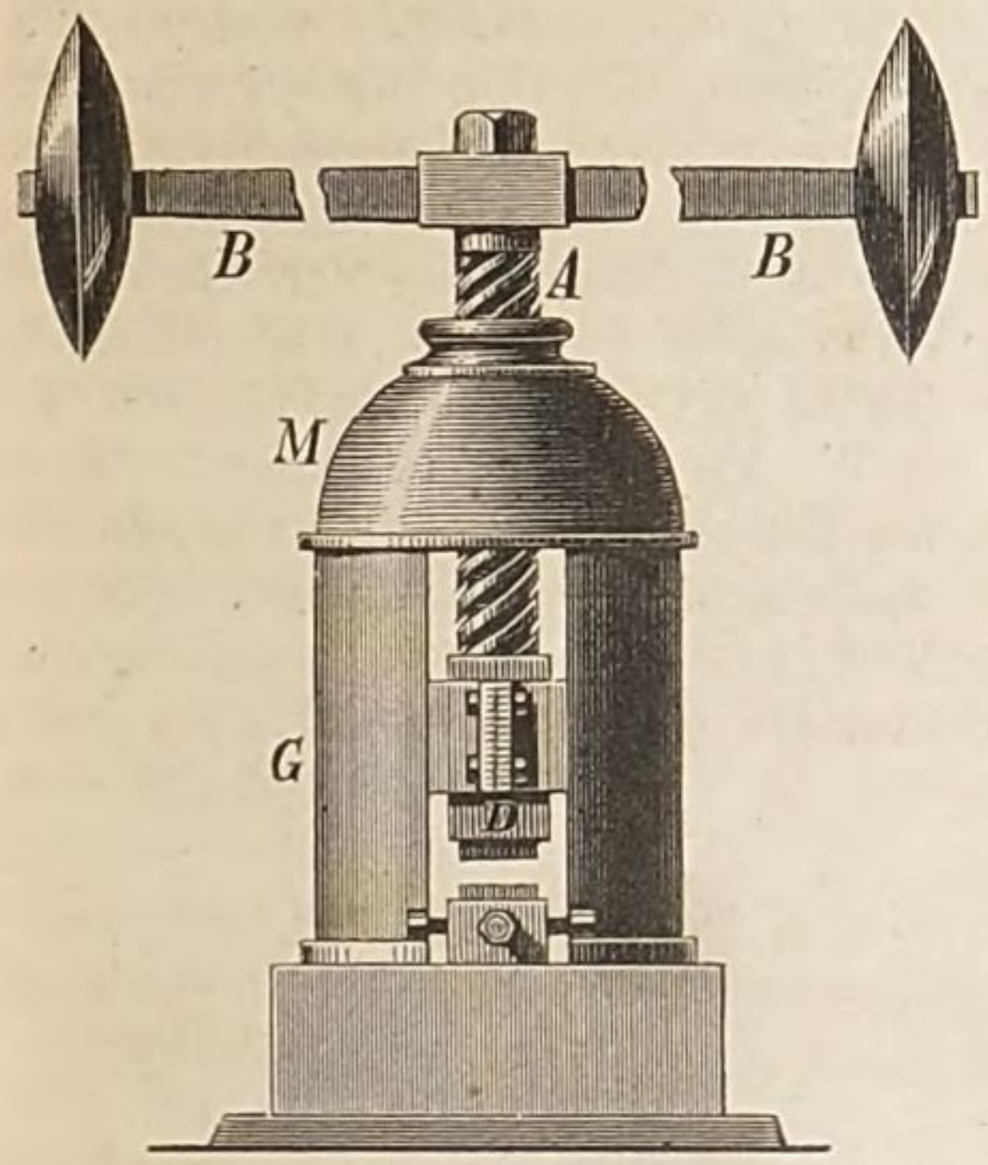


Fig. 194.

Die stossartige Wirkung eines Hammers, eines Fallwerks u. dergl. hat stets die Uebelstände zur Folge, die durch Erschütterungen, Dröhnungen u. s. w. entstehen und sich als Kraftverlust, unerwünschte Deformationen etc. äussern. In manchen Fällen ist es daher gerathener, statt einer heftig wirkenden Stosskraft, eine Druck- (Press-) Kraft anzuwenden. — Diejenigen mechanischen Vorrichtungen, welche zur Ausübung eines solchen Druckes gebaut werden, mögen Druckwerke (Pressen) heissen.

Als Organ für die Transmission der Kraft dient hier entweder der Hebel (als Kurbel, Krummzapfen oder Exzenter) oder die Schraube oder endlich die hydraulische Presse.

---

1) Berlin. Verhandl. 1831. S. 84. 1868. S. 39. — Ztschr. Deutsch. Ing. 1867. S. 75. — Polyt. Centralbl. 1861. S. 1188; 1868. S. 1286. — Dingler's Journ. Bd. 153. S. 241. Bd. 162. S. 172.

Bei den Hebeldruckwerken werden gewöhnliche zweiarmige Hebel selten und nur in solchen speziellen Fällen in Anwendung gebracht, die später noch erörtert werden (Nietpressen, Nagelkopfpressen etc.)

Eine der gebräuchlichsten Anordnungen des Hebels hingegen ist die als Kreis-Exzenter, so dass es genügen mag, diese Einrichtung hier zu beschreiben, um so mehr, als Kurbel und Krummzapfen in der Wirkung damit übereinstimmen. — Das Exzenter bezweckt, eine vorhandene rotirende Bewegung bei einer gradlinigen Bewegung des Werkzeugs nutzbar zu machen. Weil hierbei nach dem Gesetz von der Zerlegung der Kräfte der für die Verschiebung des Werkzeugs verwendete Antheil der Kraft um so grösser wird, je mehr die Richtung der Werkzeugbewegung mit der Exzentrizität zusammenfällt, so muss die Werkzeugachse durch den Mittelpunkt der Achse gehen, auf welcher das Exzenter sitzt und zwischen Exzenterring und Werkzeug ein Gelenk angebracht werden, welche trotz der sich stetig ändernden Stellungen eine Verbindung zwischen Werkzeug und Kraftquelle vermittelt. Die Konstruktion ist daher gewöhnlich folgende, in Fig. 195 u. 196 gezeichnete. In einem starken Gusseisengestell Fig. 195 liegt horizontal eine von der Betriebswelle mit etwa 200 Touren in Umdrehung versetzte Welle x y mit einer Reihe von 3 bis 6 Exzentern a, welche gewöhnlich durch Exzenterringe und kurze Pleuelstange oder Kugelzapfen mit vertikal darunter liegenden Schiebern c verbunden sind, die mit der unteren deformirenden Fläche auf das betreffende Arbeitsstück aufstossen, welches natürlich ebenfalls in dem Gestell eine feste Unterlage u erhält. Diese Unterlagen werden durch die Stellschrauben J der Dicke des Arbeitsstückes entsprechend höher oder tiefer gestellt. Zur Vermeidung der Gelenkverbindung ist oft die in Fig. 196 gezeichnete Anordnung getroffen, bei welcher das Exzenter auf eine Krücke n drückt, die sodann das Werkzeug vor sich herschiebt und durch eine auf einen quer durchgehenden Keil sich stützende Spiralfeder wieder gehoben wird. Ein Schwungrad M ist zu bekanntem Zweck angebracht. Die vorbeschriebene Maschine wird ihrer Bestimmung gemäss Schmiedemaschine (Machine à forger, *Forging machine*)[1]) genannt.

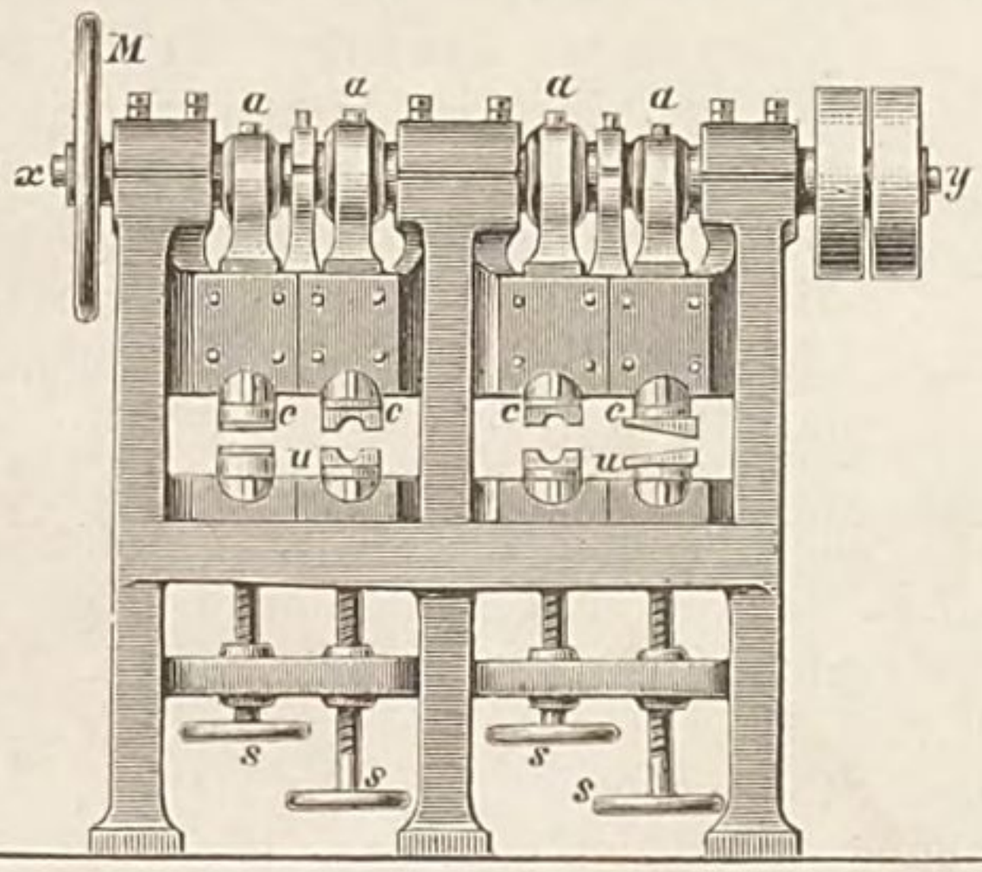


Fig. 195.

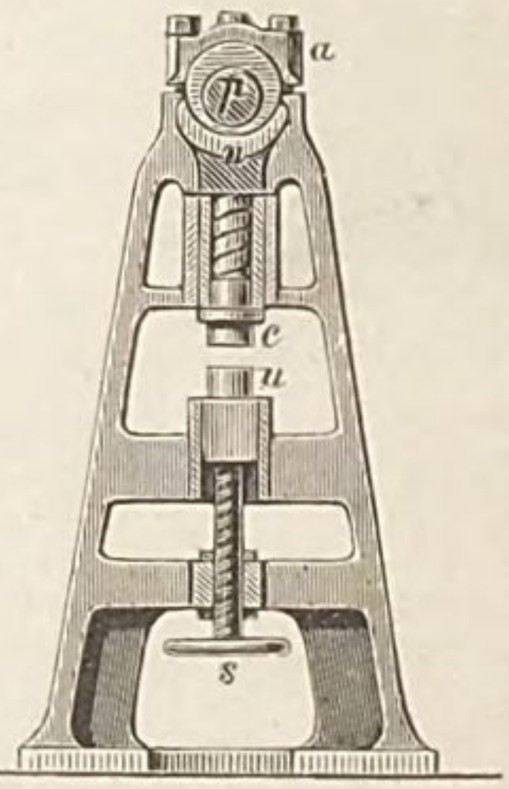


Fig. 196.

Die ausserordentlich günstige Kraftübersetzung, welche man vermöge des Kniehebels erhält, hat zur Anwendung dieses Organs namentlich in den Fällen geführt, wo eine kraftvolle Wirkung ohne heftige Erschütterungen,

---

1) Polyt. Centralbl. 1869. S. 1362. 1870. S. 165; 1871. S. 1401; 1873. S. 893 u. 1394. — Dingler's Journal. Bd. 123. S. 342; Bd. 135. S. 171; Bd. 139. S. 100. — Heusinger, Handbuch. S. 215. Taf. 14.

also ohne mächtige Fundamente etc. besonders wünschenswerth erscheint. Im Grunde mit der Wirkung des Exzenters übereinstimmend liegt der wesentliche Unterschied darin, dass bei dem Kniehebel kein rotirender, sondern nur ein um einen kleinen Winkel schwingender Hebel vorhanden ist.

Eine Bauart von Kniehebelpresse [1]), wie sie sich namentlich zum Auspressen von Blechgegenständen (Esslöffel aus Neusilber, Gardinenhalter, Sargschilder etc.) etc. eignet, ist in Fig. 197 dargestellt. Der Kniehebel wird von den beiden Theilen a b und c d gebildet. Der Hebel a b stützt sich bei a gegen einen starken Gusseisen-Klotz A, wenn er in der Pfeilrichtung bewegt wird, und drückt den zwischen D D geführten Schieber e so lange nieder, bis die drei Punkte a c d in eine gerade Linie zu liegen kommen. Der Druck wird sodann durch die Matrize m auf den unteren Klotz B übertragen, der durch vier kräftige Gestelltheile D D mit A verbunden ist. Damit bei der Rückwärtsbewegung sich sowohl die Hebel als der Stempel e in die ursprüngliche Lage zurückbegeben, sind die Drehzapfen a, c und d durch seitwärts liegende Schienen aus Bandeisen aneinander aufgehängt. Die Bewegung des Hebels geschieht durch eine Schubstange S, welche nun durch Kurbel, Exzentrik etc. bewegt werden kann. — Die vollkommenste Kniehebelpresse dieser Art ist die Uhlhorn'sche Prägmaschine zum Prägen von Münzen. [2])

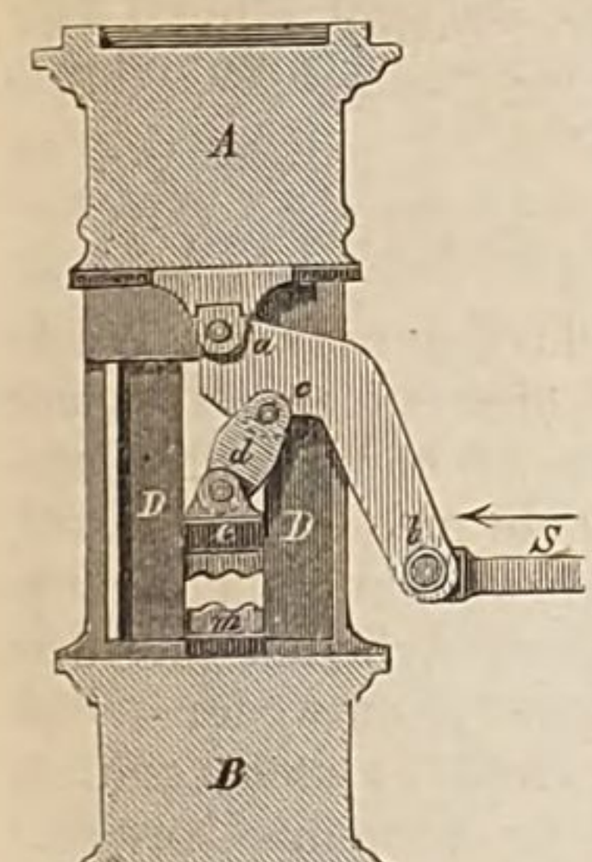


Fig. 197.

Endlich ist hier noch als Druckmaschine die Presse anzuführen, welche ohne jeglichen Stoss und doch mit sehr grossem Druck arbeiten kann. Sie wird gewöhnlich nach dem bekannten Prinzip der hydraulischen Presse, aber in den Druckapparaten doch sehr verschieden konstruirt. Die einfachste Anordnung zeigt Fig. 198 [3]). In einem Zylinder A verschiebt sich ein starker gut abgeliderter Kolben B, welcher an seinem unteren Ende e eine Art Hammer und unmittelbar darüber ein Führungsstück D besitzt, das an den Führungen F gleitet, um ein seitliches Ausweichen der Kolbenstange zu verhindern. Eine schwere Fundamentplatte G trägt zunächst zur Aufnahme des Arbeitsstückes die Unterlage H und ist sodann durch die Gestelltheile K K mit dem Träger L des Presszylinders verbunden. Die Unterlage H ist verschiebbar, um das Arbeitsstück bequemer auflegen und unter die Presse schieben zu können. Der Niedergang des Kolbens erfolgt nun zuerst durch Eintreten von Wasser vermittelst eines direkten Dampfdruckes durch das Rohr q, indem dieses Rohr in den Wasserraum eines Dampfkessels tritt. Hört das Niedergehen des Kolbens in Folge des Widerstandes auf, so wird durch ein Ventil der

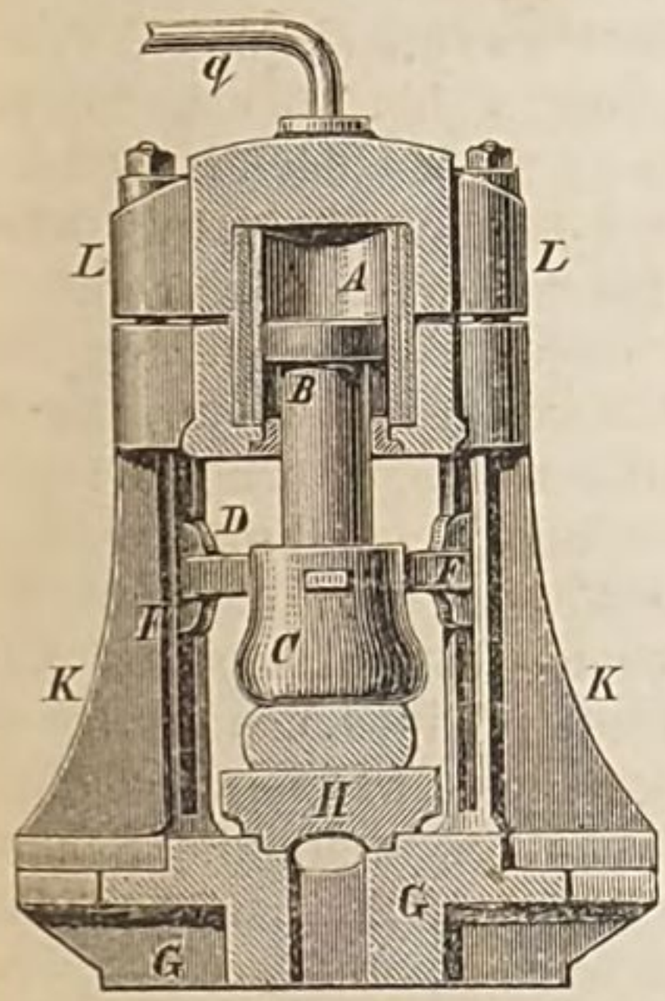


Fig. 198.

1) Dingler's Journal, Bd. 132, S. 409. 2) Mittheil. d. Hann. Gew.-Ver. 1871. S. 59. 3) Polyt. Centralbl. 1863. S. 1249, 1864. S. 228.

Wasserzutritt abgesperrt und durch Oeffnen eines Dampfventils Dampf auf einen Kolben von grosser Oberfläche geleitet. Die Stange dieses Dampfkolbens bildet nun den Kolben einer Presspumpe, welche ebenfalls durch das Rohr q, mit dem Zylinderraum in Kommunikation steht, so dass also der Wasserdruck im umgekehrten Verhältniss der Kolbenoberflächen vergrössert auf den Kolben B zur Wirkung kommt. —

Bei einer anderen Bauart wird eine Presspumpe direkt durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt und der Kolben ziemlich schnell auf- und niederbewegt.[1]) Um noch eine Kraftmultiplikation hervorzubringen, hat man auch noch Hebelübersetzungen vorgeschlagen.[2])

C. Punzen, Stempel, Setzhammer, Gesenke, Stanzen.

Es wurde bereits oben S. 142 hervorgehoben, dass das deformirende Werkzeug auch auf das Arbeitsstück aufgesetzt und durch eine andere stossende Masse zur Wirkung gebracht werden kann. Wenn zwar hieraus die Nothwendigkeit erwächst, zwei Werkzeuge gleichzeitig gebrauchen zu müssen, so gibt es doch eine Menge Fälle, bei welchen ihre Anwendung unumgänglich ist. Zunächst ist es z. B. oft sehr schwer, bei kleinen Arbeiten mit dem Hammer die gewünschte Formänderung hervorzubringen, entweder, weil selbst der kleinste Hammer noch zu plump ist oder weil es nicht gelingt, mit demselben genau genug die bezügliche Stelle zu treffen. Zweitens müsste bei vielen Arbeitsstücken die Hammerbahn zur Erzeugung einer bestimmten Form auch eine bestimmte Gestalt haben, z. B. für einen dreieckigen Stab mit einer dreieckigen Nuth versehen sein u. s. w., wodurch bei der so überaus grossen Zahl von Profilen nach Form und Grösse, eine ebenso grosse Zahl von Hämmern die Folge wäre. — Um also die erforderliche Sicherheit bei der Arbeit zu haben und um die grosse Zahl Hämmer mit den verschiedensten Aufsetzflächen entbehrlich zu machen, sind diejenigen deformirenden Werkzeuge entstanden, die auf das Arbeitsstück aufgesetzt und durch Hammerschläge u. s. w. eingetrieben werden.

Die kleinsten Werkzeuge dieser Art sind die Punzen (Bunzen, Poinçons, *Punches.*)[3]) Es sind dies Stahlstäbchen von 5 bis 10 cm. Länge, welche an einem Ende eine verschieden gestaltete Aufsetzfläche besitzen, um hiermit entweder Eindrücke oder Vertiefungen in dickem Metall, oder Durchbiegungen verschiedener Art, in dünnem Blech hervorzubringen.

Die erste Art der Anwendung der Punzen findet häufig bei der Anfertigung von Stempeln, Siegeln u. dergl. Statt, weil es besonders leicht ist, mit denselben sich wiederholende Theile, z. B. Kronen, Sterne, Kreuze und andere Wappentheile mit grosser Gleichheit und Schnelligkeit einzuschlagen. Namentlich werden Zahlen und Buchstaben auf solche Weise zur Bezeichnung und Nummerirung von Gegenständen sowohl, als zur Anfertigung von Aufschriften etc. mit Zahlenpunzen (Chiffres) und Buchstabenpunzen (Lettres, *Letter-punches*) hervorgebracht, welche die Zahlen und Buchstaben an der Aufsetzfläche verkehrt erhalten, wenn die Schrift direkt gelesen oder zur Anfertigung verkehrter Schrift, z. B. bei den Giessformen (Matrizen) der Schriftgiesser benutzt werden, und recht, wenn die Schrift erst durch einen Abdruck zum Vorschein kommen soll, wie z. B. bei Siegeln, Druckplatten u. s. w. Ebenso können die verkehrten

---

1) Dingler's Journ., Bd. 182. S. 88; — Polyt. Centralbl., 1864. S. 1552, 1873. S. 1249. — Ztschr. deutsch. Ing. 1863. S. 287. — Heusinger, Handbuch, S. 227. Taf. 14. 2) Polyt. Centralbl. 1864. S. 231. 3) Karmarsch-Hartig, Mech. Techn. I. 364. — v. Kulmer, die Kunst des Goldarbeiters. Weimar 1872. S. 113.

sowohl als die rechten Punzen wieder zur Anfertigung von Punzen benutzt werden (Gegenpunzen, Kontre-Punzen, Contre-poinçons).

Sind die Punzen dazu bestimmt, in dünnem Blech Eindrücke (Durchbiegungen) hervorzubringen (Treiben, Repousser, Ciseler, *Chase*), so dass auf der Rückseite die Eindrücke erhaben zum Vorschein kommen, so ist entweder eine nachgiebige oder eine solche Unterlage nothwendig, welche der Aufsetzfläche der Punze umgekehrt gleich ist. Gewöhnlich zieht man eine nachgiebige Unterlage vor und bildet sie aus einer Mischung von Pech und Ziegelmehl (2 Th. Pech und 1 Th. Ziegelmehl), welcher man etwas Wachs, Terpentin oder Talg zusetzt. Diese Masse (Treibpech, Treibkitt, Ciment) wird erwärmt in einer dicken Schicht auf das Blech aufgetragen, und zugleich zur Vermeidung des Ausrutschens mit der unteren Seite auf die ebene Fläche einer Halbkugel (Treibkugel, Boulet, *Pitschbloc*) geklebt, welche auf einem Ring liegend ein Wenden und Drehen nach allen Richtungen zulässt.[1]) — Manche hohle Gegenstände (Hohle Siegelringe, Gold- und Silberschmuck) werden mit Treibkitt ausgefüllt, der auch beim späteren Gebrauch darin bleibt und einige Sicherheit gegen das Eindrücken dieser dünnen Blechwände gewährt. — Mitunter dient auch Blei als Unterlage für die Arbeit der Punzen auf dünnem Blech.

Fig. 199.

Die Punzen werden nun in der Weise gebraucht, dass sie auf das Arbeitsstück aufgesetzt und durch Hammerschläge eingeschlagen werden. Wenn dabei der Schlag nicht vollständig axial ist, so wird das Punzen-Stäbchen etwas gebogen, aber auch sofort wieder vermöge der ihm innewohnenden Elastizität grade gestreckt und in Schwingungen versetzt, welche in der Hand des Arbeiters oft sehr schmerzliche Empfindungen hervorrufen. Dieser Vorgang (Prellen) wird dadurch vermieden, dass man die Punzen in der Mitte bedeutend stärker macht, als an den Enden, wodurch sie die in Fig. 199 gezeichnete Gestalt erhalten. Je nach der Beschaffenheit der Aufsetzfläche a erhalten die Punzen verschiedene Benennungen, wovon die wichtigsten hier folgen mögen.

1) Ziehpunzen. Die Aufsetzfläche bildet eine starke Linie oder Kante, welche entweder gradlinig oder in der Aufsetzebene gebogen und polirt ist. — Ist die Kante nicht polirt, so heissen diese Punzen matte Ziehpunzen.
2) Lupferpunzen. Die Aufsetzfläche ist aus einem Zylinderabschnitt gebildet.
3) Hachoirs. Die Aufsetzfläche hat eine bogenförmige Kante, welche aus zwei hohlen Zylinderabschnitten besteht.
4) Planoirs. Die Aufsetzfläche ist oval, eben (Planoirs plats) oder etwas konvex (Pl. méplats, bombés.)
5) Mattpunzen. Aufsetzfläche oval mit vielen kleinen Spitzen und Rauhigkeiten, eben oder etwas konvex.
6) Frisoirs. Aufsetzfläche spitz- oval oder rautenförmig und eben, etwa 6 mm. lang und 2 mm. breit mit kleinen Grübchen (Grains), deren Zahl bis 100 steigt.
7) Haarpunzen. Aufsetzfläche länglich, viereckig, rund, oval, blattförmig, eben, konvex oder konkav und mit feinen Streifen versehen.
8) Pointeaux mit konvexer, halbkugeliger Aufsetzfläche.

---

1) Dingler's Journal, Bd. 168. S. 260.

9) Perlenpunzen (Perloirs, Surloirs) mit konkaver, halbkugeliger Aufsetzfläche.
10) Rosenpunzen. Aufsetzfläche trichterförmig vertieft und auf dem Rande mit bis 12 kleinen Spitzen versehen.
11) Grainpunzen. Die kreisrunde oder ovale, ebene oder konvexe Aufsetzfläche ist ganz mit kleinen halbkugeligen Wärzchen oder sich kreuzenden Linien versehen.

Da es sehr zeitraubend ist, grössere Flächen mit den kleinen Punzen zu bearbeiten, so wendet man namentlich in den Fällen, wo eine Wiederholung derselben Arbeit oft Statt findet, auch Punzen von der Grösse an, dass sie mit der Aufsetzfläche entweder die ganze Arbeitsfläche oder wenigstens einen grossen Theil derselben auf einmal bedecken. Solche Werkzeuge, welche allgemein den Namen Stempel (Étampe, *Stamp, Die*) führen, haben eine vielseitige Verwendung. Sie erzeugen entweder durch Verschiebung der Moleküle nur an der Oberfläche des Arbeitsstücks Erhabenheiten und Vertiefungen (Reliefs) oder sie bringen auf der Rückseite des Arbeitsstücks ebenfalls Reliefs hervor, die entweder verkehrte Kopien der Oberseite sind (z. B. wenn der Gegenstand aus dünnem Blech hergestellt wird) oder vollständig davon verschieden (wie bei Münzen, Medaillen etc. die Avers- und Reversseite).

Ist die Aufsetzfläche des Stempels viereckig, eben und rechtwinklig gegen die Seiten gestellt, so kann man damit besonders rechtwinklige Vertiefungen oder Ansetze herstellen oder wenn diese mit dem Hammer schon vorgebildet sein sollten, scharf und genau ausbilden. Diese Stempel werden zum sicheren Halten mit einem Stiel versehen, wodurch sie eine grosse Aehnlichkeit mit einem Hammer, und den Namen Setzhammer (Setzstempel, Chasse, *Set-hammer*) bekommen Fig. 200. Steht die Aufsetzfläche rechtwinklig zur Achse des Werkzeugs, so heisst es ein grader Setzhammer A. Ist die Fläche aber schräg dagegen gestellt, so heisst es schräger Setzhammer oder Ballhammer B. Runder Setzhammer C wirdd erjenige genannt, welcher, wie die Finne eines Hammers einen Zylinderabschnitt als Aufsetzfläche besitzt und zur Ausbildung rund ausgeschweifter Ansätze dient. —

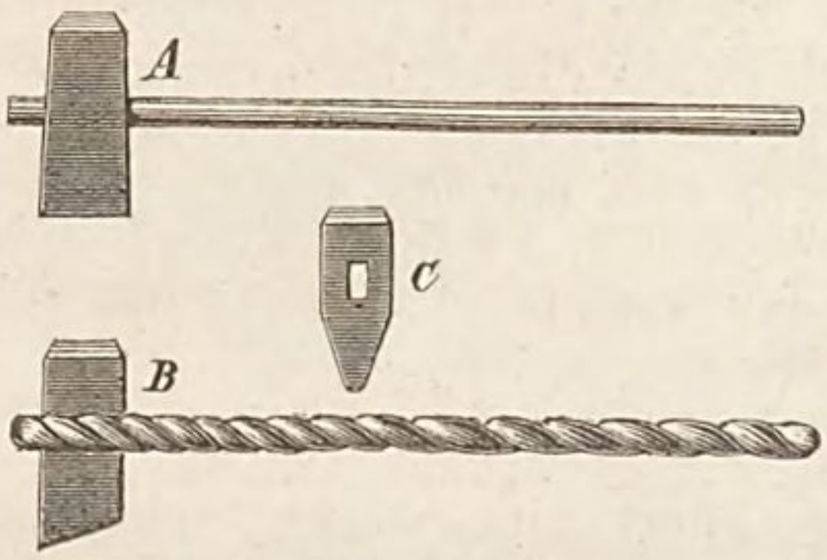


Fig. 200.

Die Setzhämmer werden durch auf den Kopf geführte Schläge in das Metall eingetrieben und geben deshalb, wenn der Schlag nicht genau über die unterstützten Punkte fällt, zu heftigen Erschütterungen (Prellen) am Ende des Stiels Veranlassung, weshalb der Stiel entweder ganz lose und wackelig in dem Setzhammer sitzen oder aus nachgiebigem Material (Stuhlrohr, Weidenruthen B etc.) hergestellt werden muss.

Alle diejenigen Arbeitsstücke, welche solche Profile haben, dass die graden Begrenzungsflächen nicht in parallelen Ebenen liegen (wie z. B. bei allen regelmässigen Prismen und Piramiden von ungerader Seitenzahl 3seitig, 5seitig u. s. w.), oder dass diese Flächen rund (konvex oder konkav) sind, oder dass auf ihnen Erhöhungen mit Vertiefungen abwechseln (wie z. B. ein Stab mit kugeligen Erhöhungen [Eierstab, Perlstab]), können entweder mit dem Hammer gar nicht oder nur annähernd ausgearbeitet werden, und bedürfen daher zur Ausarbeitung der Stempel, welche

zur Hervorbringung der richtigen Gestalt das verlangte Profil umgekehrt enthalten. Hierbei kann sodann eine entsprechend profilirte Unterlage nicht nur wesentliche Unterstützung gewähren, sondern, da man ja auch oft ebensogut das Metall in solche profilirte Unterlagen eintreiben kann, sogar allein ausreichend sein. Diese Unterlagen und Stempel bilden dann vertiefte Formen, deren Herstellung nach denselben Prinzipien Statt finden muss, wie die Herstellung der Formen für flache Gussstücke S. 90, d. h. so, dass keine Unterscheidungen vorkommen.

Wenn diese Formen namentlich dazu gebraucht werden, glühend gemachtes Eisen zu gestalten (Schmieden), so heissen sie Gesenke (Étampe, Estampe, *Swage*, *Bosse*, *Print*, *Mould*, *Shaper*); Gesenkschmieden, Façonschmieden (Estamper, Etamper, *Swage*); der Stempel wird besonders Obergesenk (Obertheil, Dessus, *Tops-wage*), die Unterlage Untergesenk (Untertheil, Dessous, *Bottom-swage, Die*) genannt.

Das Untergesenk ist ein Stahlklotz Fig. 201, der auf den Ambos gelegt und durch einen nach abwärts gekehrten viereckigen Zapfen a, der in ein Loch der Ambosbahn gesteckt wird, oder durch einen auf dem Ambos liegenden Ring festgehalten wird, oder der, wenn er gross sein muss, z. B. zum Schmieden von grossen Achszapfen Fig. 202 u. dgl. selbst einen Ambos mit profilirter Bahn bildet, der mit Schwalbenschwanz und Keil auf der Chabotte befestigt wird. In letzterem Falle bringt man auch wohl mehrere Profile neben einander an, Fig. 202.

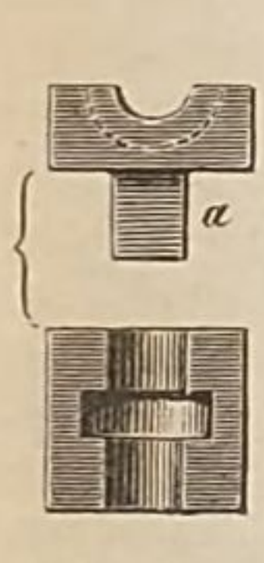


Fig. 201.

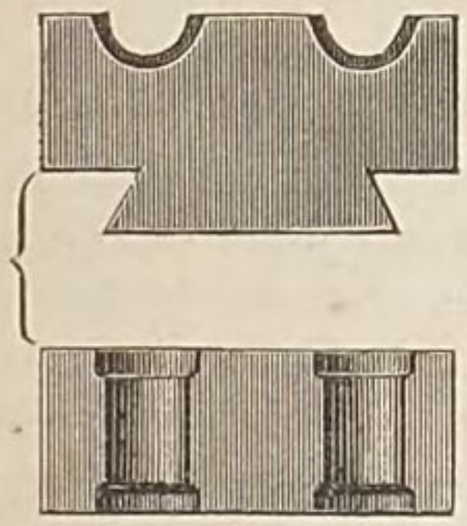


Fig. 202.

Der früher viel gebrauchte Gesenkstock, welcher aus einem viereckigen Gusseisenklotz besteht, an welchem vier Seiten eine ganze Auswahl Profile enthalten, ist jetzt nur noch vereinzelt in Anwendung. —

Das Obergesenk wird bei gewöhnlichen Arbeiten wie der Setzhammer mit einem Stiel versehen (Gesenkhammer) und gewöhnlich von einem Arbeiter gehalten, während ein anderer Arbeiter darauf schlägt. Grosse Obergesenke für den Gebrauch mit Dampfhämmern etc. werden hier an Stelle des Hammerkopfes ebenfalls mit Schwalbenschwanz und Keil am Hammerklotz befestigt.

In welchem Falle zweitheilige Gesenke (Obergesenk und Untergesenk) oder eintheilige Gesenke, d. h. nur Obergesenk oder nur Untergesenk angewendet werden, ergiebt sich leicht aus der Natur des Arbeitsstückes, das z. B. immer zweitheilige Gesenke fordert, wenn es ein Rotationskörper ist.

Wenn die oben erklärten Formen wesentlich den Zweck haben, das Metall kalt zu bearbeiten, so führen sie nicht mehr den Namen Gesenke, sondern die Unterlage wird dann: Stanze, Stampfe oder Matrize (Estampe, Matrice, *Matrice*, *Die*), der Stempel auch Oberstempel, Gegenstempel genannt, wenn derselbe in die Stanze passt, oder Prägstempel, wenn er gleich der Stanze ebenfalls, wie z. B. bei der Anfertigung von Münzen, Medaillen vertieft ist. Hierbei erklärt es sich ebenfalls von selbst, dass die Stanze allein zur Bearbeitung genügt, wenn nur eine Seite des Arbeitsstückes Formänderungen erleiden soll, dass aber Stanze und Stempel in allen anderen Fällen erforderlich sind. — Ein einfaches Beispiel letzterer Art liefert die Darstellung halbkugeliger Erhöhungen (Buckel) aus Blech oder in Blech: der Stempel hat eine kugelförmige

Aufsetzfläche (Buckeleisen, Vertiefstempel, Bouterolle, *Stamp*) Fig. 203 a, die Unterlage b dahingegen besitzt kugelförmige Vertiefungen und heisst Anke (Dé à emboutir, *Thimble*). — Während die Gesenke stets aus hartem Material, gewöhnlich aus Stahl oder Eisen mit Stahl belegt, hergestellt werden müssen, kann man bei den Stanzen und Stempeln in vielen Fällen Bronze, Messing, Kupfer oder Blei benutzen, wodurch der Vortheil entsteht, dass man durch Aufgiessen dieser Metalle auf den Stempel oder die Stanze oder durch Einpressen in dieselbe einen Formtheil aus dem anderen herzustellen im Stande ist.

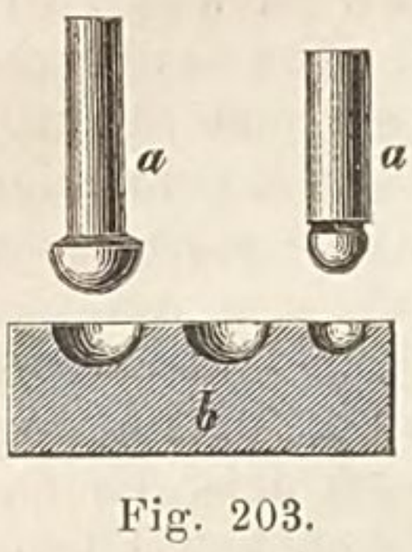


Fig. 203.

Zur Hervorbringung der nothwendigen Schlag- oder Druckkraft bedient man sich bei der Deformation mit Stempeln und Stanzen (Pressen oder Prägen in Stanzen, Stampfen, Stanzen, Estamper, *Stamp*) gewöhnlich des Fallwerks, des Stosswerks oder der Presse. Der Oberstempel wird dann mit dem Hammer oder dem Schieber, der Unterstempel mit der festen Unterlage einer Art Chabotte verbunden und durch Stellschrauben Fig. 194 auf S. 159 eingestellt und befestigt. Das Arbeitsstück liegt auf dem Unterstempel und erhält je nach der Natur der Veränderung eine Anzahl Schläge oder Stösse, um allmählich die Gestalt der Stanze anzunehmen, da ein plötzliches Eintreiben durch einen Schlag nur in einzelnen Fällen ohne Zerreissen des Arbeitsstückes möglich ist. Wird das Metall dabei vor der Vollendung der Form hart, so muss es ausgeglüht werden. In einzelnen Fällen wird durch ein besonderes Vorschlagen eine Vorbildung und dann erst die Ausbildung der Gestalt durch Pressen, Prägen hervorgebracht, in manchen Fällen dahingegen die ganze Deformirung mit einem Male bewirkt, z. B. beim Münzprägen.

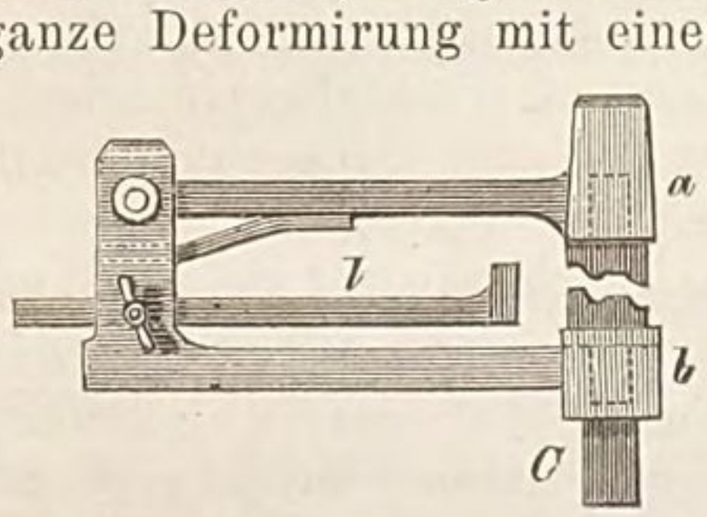


Fig. 204.

Dient der Handhammer zur Erzeugung des Schlages, so ist es mitunter nützlich, dem Gesenk oder dem Stempel eine sichere Führung zu geben, um zugleich die zweite Hand des Arbeiters frei zu machen. Man stellt diese Führung entweder auf die Weise her, dass man die Formen a b an den zwei Enden eines Bügels Fig. 204 anbringt, der durch eine Feder aufwärts geschnellt wird und den man mit dem Stück C im Schraubstock einspannt, oder indem man dem Stempel eine senkrechte Führung gibt. Diese letzte Einrichtung (Schlagwerk, Machine à gouttine, *Swage tool*) ist in Fig. 205 gezeichnet. Sie besteht aus einem starken Bügel A, durch den ein Schieber B geht, welcher bei C den Stempel aufnimmt, einem Horn bei D zur Aufnahme des Unterstempels und einer Angel E zum Einstecken in einen Klotz etc. Wenn dieses Schlagwerk Blechstreifen profiliren soll, ist es zweckmässig für letztere, ein Führungslineal anzubringen, wie bei a zu erkennen ist.

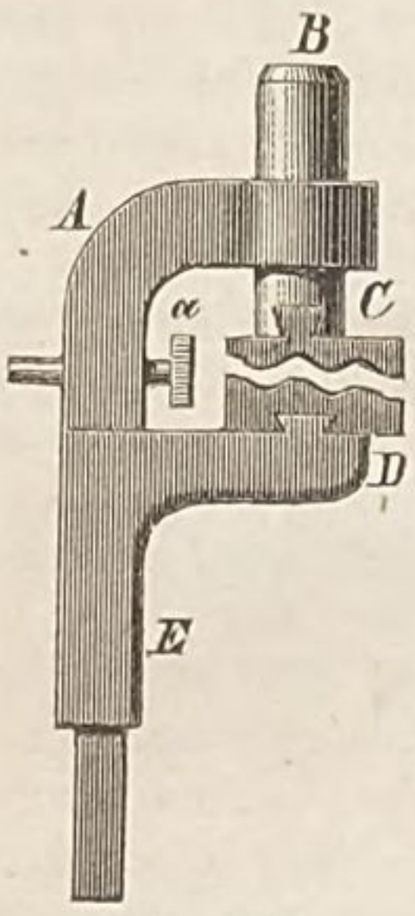


Fig. 205.

Wenn ein Gesenk durch Exzenterscheiben bewegt, also niedergestossen wird, so entsteht die Maschine, welche zur Herstellung häufig gebrauchter Gegenstände (Schraubenmuttern, Bolzen, Schlüssel etc.) in Schmieden, Reparaturwerkstätten vielfach Verwendung findet und gemeiniglich Schmiedemaschine genannt wird. Siehe S. 160.

D. Zieheisen, Ziehbank.

Die vorhergehenden Werkzeuge zeigen sämmtlich bei ihrer Anwendung das Charakteristische, dass erst durch häufige Wiederholung einer Einwirkung die Formänderung hervorgebracht wird. Z. B. kann ein Rundstab in einem Gesenk nur dadurch hergestellt werden, dass das Metall, nach jedem Stoss oder Schlag auf das Obergesenk, um die Gesenklänge vorgeschoben wird; ein Metallstück ist nur durch eine ausserordentlich grosse Anzahl Hammerschläge durch Strecken und Ausbreiten in eine dünne Platte zu verwandeln u. dergl. m. Diese Art der Behandlung fördert die Arbeit nur mit grossem Zeitaufwand und Zeitverlust, wenn man die auf die Vorbereitung eines Schlages erforderliche Zeit als verloren betrachtet, und hat deshalb in vielen Fällen durch wiederholtes Erhitzen, durch fortwährendes Transportiren etc. manche andere Verlustquellen zur Folge.

Zur Vermeidung dieser Verluste ist es nothwendig und ausreichend, das formgebende Werkzeug und die Kraftübertragung so anzuordnen, dass es ununterbrochen über die Stellen des Arbeitsstückes hinwegschreitet, welche die Formänderung erleiden sollen, oder dass es diese Stellen sämmtlich zu gleicher Zeit trifft. — Da die letzte, nur in einigen Fällen anwendbare Methode schon beim Stanzen etc. erwähnt wurde, so wird hier nur die erstere in Betrachtung gezogen werden.

Die Stetigkeit der Einwirkung kann augenscheinlich auf folgenden Wegen erreicht werden:

Erstens. Das Metall wird durch eine festgehaltene Oeffnung hindurchgedrückt. — Es nimmt hierbei die Querschnittsgestalt dieser Oeffnung an.

Zweitens. Das deformirende Werkzeug wird mit entsprechendem Normaldruck über das Arbeitsstück weggeschoben. — Hierbei nimmt dieses sowohl auf der oberen als auf der unteren Fläche die Gestalt an, welche dem Profil des Werkzeugs und der Unterlage entspricht.

Da es in beiden Fällen nur auf die Relativbewegung zwischen Arbeitsstück und Werkzeug ankommt, so schliessen die folgenden Betrachtungen die Umkehrungen in den Bewegungen ohne Weiteres in sich ein.

Bei dem ersten Verfahren bekommt man ein Produkt, welches durchaus von der Gestalt des Loches abhängig ist, insofern als der Arbeitsgegenstand an allen Stellen Querschnitte erhält, die unter sich und der Gestalt des Loches kongruent sind. Die Veränderungen, welche in den Dimensionen des Querschnitts, nachdem das Arbeitsstück das Loch passirt hat, eingetreten sind, bilden den Maasstab für die Deformation, also auch für die Kraft, welche die Moleküle verschoben hat. Da diese Kraft unter der Annahme, dass die Querschnittsfiguren ähnlich bleiben, unter gleichen Verhältnissen, sowie innerhalb einer gewissen Grenze proportional der Flächenverminderung zu sein scheint, so ist, wenn die Kraft pro Einheit mit k, die ursprüngliche Fläche mit F, die nächstfolgende mit F_1 bezeichnet wird, die Gesammtkraft

$$K = (F - F_1)\, k.$$

Die absolute Grösse der Kraft k hängt dabei von mancherlei Umständen ab. Zunächst von dem natürlichen Widerstande eines jeden Metalls überhaupt, sodann von der Beschaffenheit des Loches, von den Reibungswiderständen in demselben, und auch davon, ob die Kraft drückend oder ziehend

---

1) Karmarsch-Hartig, Mech. Techn. I. S. 191. — Techn. Encyklop. Art. Draht.

wirkt, weil beim Drücken das vor dem Loche liegende Metall eine Kompression erfährt, welche die Reibung vergrössert. — Weil das Durchdrücken überhaupt (wie später erklärt wird) unzweckmässiger ist als das Durchziehen, so bildet bei der in Rede stehenden Formveränderung das letztere die Regel. Die Arbeit wird dann kurzweg das Ziehen (Tréfilage, *Wire drawing*) und die Löcher Ziehlöcher (Trou, *Drawing-hole*) genannt.

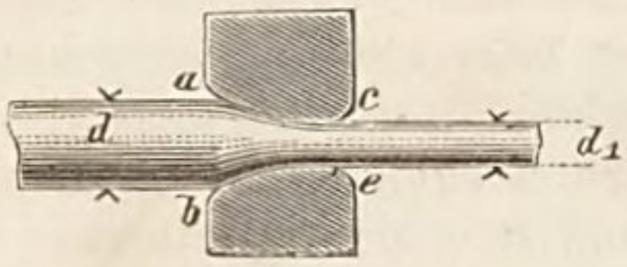


Fig. 206.

Eine aufmerksame Betrachtung des Vorganges, der beim Durchziehen eines Metalls durch ein Loch stattfindet, lässt erkennen, welche Beziehungen zwischen der Beschaffenheit des Ziehloches und der Zugkraft eintreten und wann das günstigste Resultat zu erzielen ist. — Wenn der Einfachheit wegen, Fig. 206, angenommen wird, dass der Querschnitt des Ziehloches kreisförmig und vom Durchmesser d_1 ist, während das Metall vor dem Zuge den Durchmesser d hat, so ist also die Flächendifferenz $\frac{(d^2 - d_1^2)\,\pi}{4}$, also die zur Deformation erforderliche Kraft

$$K = \left(\frac{d^2 - d_1^2}{4}\right)\pi \,.\, k.$$

Diese Kraft ist jedoch als Zugkraft auch diejenige, welche auf das Metall zerreissend wirkt und zwar auf die Querschnittsfläche $\frac{d_1^2\,\pi}{4}$. Bezeichnet man den Zerreissungskoeffizienten mit s, so ist also K immer kleiner zu nehmen als $s\,\frac{d_1^2\,\pi}{4}$. Gleichgewicht wird vorhanden sein, wenn $K = s\,\frac{d_1^2\,\pi}{4}$ ist, dann wird:

$$\frac{d^2 - d_1^2}{4}\,\pi\,k = s\,\frac{d_1^2\,\pi}{4}$$

$$\text{oder} \qquad \frac{k}{s} = \frac{d_1^2}{d^2 - d_1^2}$$

$$\text{und auch} \qquad \frac{d_1}{d} = \sqrt{\left(\frac{k}{k+s}\right)}.$$

Diese Gleichung zeigt die äusserste Grenze, bis zu welcher die Verdünnung gehen kann und dann, dass die Reduktion des Durchmessers d auf d_1 auch für jedes Metall anders sein wird. Das Verhältniss $\frac{s}{k}$ kann man zweckmässig die Ziehbarkeit nennen, — denn von seinem Vorhandensein hängt die Möglichkeit, Metall zu ziehen, überhaupt ab —, und das Verhältniss $\frac{d_1}{d}$ den Verdünnungskoeffizienten. Betrachtet für die Wirklichkeit, gibt diese Gleichung viel zu grosse Werthe, weil noch andere Faktoren mit in Betracht gezogen werden müssen und weil die Werthe für k und s sehr schwankend sind. Vor allem aber kommt es darauf an, den Werth für k möglichst klein zu machen. Dies erreicht man zunächst dadurch, dass man den Reibungswiderstand in dem Ziehloch möglichst herunterdrückt durch gute Schmierung und grosse Glätte, weshalb die Löcher wo thunlich

polirt werden. — Sodann muss die Verdünnung nicht plötzlich, sondern allmählich eintreten, weil sie eine hohe Spannung und daher im Ziehloch eine Kompression von der Grösse verlangt, dass die inneren Kräfte des Materials im Gleichgewicht bleiben und weil diese Kompression mit der Verdünnung Schritt halten muss. Deshalb darf das Ziehloch an der Seite, wo das Metall eintritt, sich nach innen zu nur allmählich zu dem Durchmesser verengen, mit welchem am anderen Ende das Metall heraustreten soll. Es muss daher diese Seite a b des Ziehlochs, Fig. 206, sich trichterförmig erweitern und zwar so, dass ein kontinuirlicher Uebergang zum Zylinder stattfindet. Die Erweiterung muss daher eine konoidische Form haben. — An der Austrittsseite c e wird ebenfalls die Kante der Austrittsöffnung abgerundet, damit bei einer unvermeidlichen Ablenkung von der graden Richtung kein Abschaben oder Plattdrücken des Metalls eintritt.

Die beim Durchgange durch das Ziehloch eintretende Kompression äussert sich übrigens auch noch an dem durchgezogenen Metall durch eine grosse Härte und eine Zunahme des spezifischen Gewichts, und ist die Ursache der Erscheinung, dass der Durchmesser des Arbeitsstückes immer etwas grösser ist als der Lochdurchmesser, indem unmittelbar nach dem Zuge die Moleküle sich wieder von einander entfernen. Auch liegt hierin zum Theil der Grund für die grössere absolute Festigkeit eines gezogenen Metalls[1]), weil die Moleküle wahrscheinlich die günstigste gegenseitige Lage angenommen haben. Soll daher der Durchmesser des gezogenen Metalls gleich demjenigen des Ziehloches sein, so muss es zwei- oder dreimal durchgezogen werden. — Die Härte, welche durch das Ziehen entsteht, fordert eine vermehrte Ziehkraft und muss daher von Zeit zu Zeit durch Glühen bei den Metallen entfernt werden, welche das Ausglühen vertragen. Durch dieses Glühen geht auch ein Theil der durch das Ziehen entstandenen absoluten Festigkeit und des spezifischen Gewichts wieder verloren; dieser Verlust ist aber stets geringer als die Zunahme durch das Ziehen, so dass demnach immer eine Vermehrung beider Eigenschaften durch das Ziehen erfolgt.

Bei richtiger Beschaffenheit des Ziehloches und Beobachtung derjenigen Mittel, welche die Ziehkraft so gering als möglich machen, ist dennoch bald die Grenze erreicht, wo aus ökonomischen Gründen die Formveränderung durch Ziehen aufhört, weil bei grossen Durchmessern entweder eine zu grosse Kraft oder eine zu geringe Verdünnung angewendet werden muss.

Der Verdünnungskoeffizient ist nach zahlreichen Versuchen durchschnittlich auf 0,9 festgestellt. Diesen Werth angenommen, erhält man die zum Ziehen erforderliche Krafteinheit, wenn die Grösse s bekannt ist, denn es findet Statt:

$$d_1 = 0{,}9\ d,$$

$$\text{also} \quad d_1^{\,2} = 0{,}81\ d^2$$

$$\text{und daher} \quad k = s\,\frac{0{,}81\ d^2}{d^2\,(1 - 0{,}81)} = s\,.\,\frac{0{,}81}{0{,}19},$$

$$\text{mithin ist} \quad k = 4{,}3\ s\,.$$

Unter der Voraussetzung also, dass die Ziehkraft proportional der Flächenverminderung, und der Verdünnungskoeffizient konstant ist, wird diese

---

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1859. S. 137.

Ziehkraft pro qmm. das 4,3 fache der absoluten Festigkeit sein. Die Totalkraft ist aber nach der obigen Formel:

$$K = \frac{(d^2 - d_1^{\,2})\,\pi}{4}\,k = d^2\,0{,}19\,\frac{\pi}{4}\,.\,4{,}3\,s,$$

$$\text{also} \quad K = 0{,}645\,d^2\,s\,.$$

Soll hiernach z. B. eine runde Eisenstange von $d = 25$ mm. auf $d_1 = 25\,.\,0{,}9 = 22{,}5$ mm. Durchmesser reduzirt werden, so würde die erforderliche Kraft sein:

$$K = 0{,}645\,.\,25^2\,.\,30 = 14040\,kg.,$$

wenn $s = 30$ kg. für Schmiedeisen angenommen wird.

Deshalb beschränkt sich auch diese Art der Formverwandlung in der Regel auf geringere Dimensionen, also auf die Herstellung solcher Stäbe, die von geringerem Durchmesser aber gewöhnlich grosser Länge sind und gemeiniglich Draht genannt werden.

Das Drahtziehloch muss sich natürlich in einem harten Körper befinden, damit dieser den erforderlichen Widerstand zu leisten vermag und jenes sich auch wenig ausnutzt.

Man nimmt daher in der Regel Stahl, selten Hartguss, mitunter Willer-Stahl (S. 16) (Zieheisen, Drahtzieheisen, Filière, Filière à tirer, *Draw-plate*, *Drawing-plate*) und für ganz zarte Drähte (aus Gold, Silber und Platin), Edelsteine (Steinlöcher aus Rubin oder Saphir), die durchbohrt werden[1]). Die allmähliche Verdünnung dadurch, dass der Draht durch eine Reihe von Löchern gehen muss, macht es bequem, diese Löcher nahe bei einander zu haben. Deshalb befinden sich immer in einer Stahlplatte eine Anzahl solcher Löcher neben einander, deren Durchmesser sich einmal nach dem Verdünnungsfaktor verkleinern und dann sich nach den üblichen Draht-Dicken (Nummern, Drahtnummern) richten, die mit Drahtlehren (S. 62) bestimmt und nachgemessen werden.

In Deutschland und Oesterreich hat man jetzt eine Drahtlehre eingeführt, deren Nummern die Drahtdurchmesser in Millimeter angeben, wenn man die Nummer mit 10 dividirt, also würde[2]):

Nr.	100	einer	Drahtdicke	von	10	mm.	entsprechen.
«	90	«	«	«	9	«	«
«	80	«	«	«	8	«	«
«	50	«	«	«	5	«	«
«	10	«	«	«	1	«	«
«	5	«	«	«	0,5	«	«
«	3	«	«	«	0,4	«	«
«	2	«	«	«	0,2	«	«
«	1	«	«	«	0,1	«	«

Die Abstufungen dieser Lehre sind ohne Rücksicht auf den Verdünnungsfaktor festgestellt, was bei den alten Lehren nicht geschah.

Da beim Durchziehen eines Drahtes durch ein Ziehloch das ziehende Organ den Draht vor dem Loche fassen und so lange fortziehen soll, bis die ganze Drahtlänge das Loch passirt hat, so setzt das entweder einen Raum von der doppelten Länge des Drahtes oder die Bedingung voraus, dass der Draht bald nach dem Austritt aus dem Loche an die Seite ge-

---

1) Polyt. Centr., 1867. S. 629. 2) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1873. S. 164; 1874 S. 105.

schafft, aufgehäuft wird, was natürlich am zweckmässigsten durch Aufwickeln auf spulartigen Einrichtungen geschieht. Die letztere Methode bietet ausser der Raumersparung noch einige andere Vortheile; zunächst hat immer nur eine kleine Strecke Draht die Zugkraft auszuhalten, wodurch das häufige Abreissen wesentlich vermindert wird; sodann erhält der Draht nicht nur sogleich eine sehr passende Form für den Transport und das Ausglühen, sondern der Weg zum Transportiren wird auch sehr bedeutend verringert, da in diesem Falle der Draht nicht in der ganzen Länge zurückgezogen zu werden braucht, um durch ein neues Ziehloch zu gehen. Eine Beschränkung erleidet diese Methode dann, wenn durch eine bedeutende Dicke des Drahtes die Biegungswiderstände zu gross werden. In solchen Fällen wird von der ersten Methode Anwendung gemacht, also der Draht in seiner ganzen Länge gerade gerichtet gezogen.

In diesem Falle wird der Draht von einer Zange gefasst, welche durch ein Zugmittel (Kette, Schnur, Riemen oder Gurt), das sich um eine sich drehende Walze oder Trommel wickelt, fortgezogen wird und bei ihrer Bewegung eine Unterstützung in einem bankartigen Gestell findet, welches zugleich an dem einen Ende das Zieheisen und an dem anderen Ende die Vorrichtung für die Bewegung der Zugwalze trägt und deshalb Ziehbank (Banc à tirer, *Draw-bench*) heisst.

Die Ziehzange (Pince, Tenaille, *Dogs*, *Plyer*) ist entweder eine sehr kräftig gebaute, kurzmaulige Scharnierzange mit zwei aufgebogenen Schenkeln, hinter welche sich ein Ring legt, der mit dem Zugmittel verbunden ist und durch seine Gestalt zugleich die Schenkel gehörig zusammendrückt.

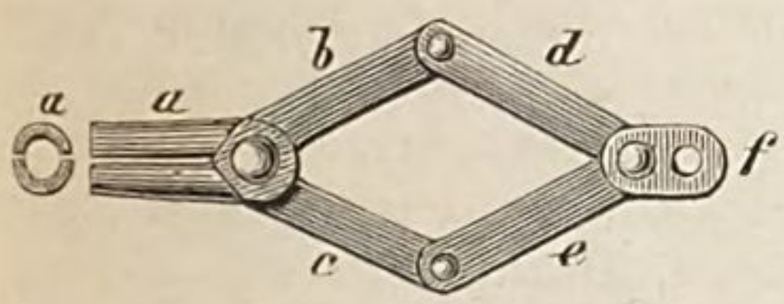


Fig. 207.

Oder die Ziehzange besteht, Fig. 207, aus dem Maul a mit den Stangen bc, die mit zwei Zugbändern de ein bewegliches Parallelogramm bilden, an dessen Eckpunkt f zur Aufnahme des Zugmittels ein Ring f sitzt. Man sieht, dass auch hier die Kraft zum Schliessen des Maules mit der Zugkraft wächst.

Zur Erzeugung der erforderlichen Kraft ist in der Regel ein Vorgelege vorhanden, das am Ende der Ziehbank sitzt und durch Handkurbel oder Riemscheiben in Bewegung gesetzt wird. Bisweilen wendet man auch einen einfachen Flaschenzug oder eine Zahnstange (S. später) an. Besondere Einrichtungen bestehen in der Anwendung einer Kette ohne Ende mit selbstthätiger Auslösung der Zange am Ende des Zuges [1]).

Mitunter macht die Zange nur eine kleine Bewegung (0,2 bis 1,0 m.) und muss dann zurückkehren, um den Draht von Neuem zu fassen. Da hierbei an jeder Stelle, wo der Draht gefasst wird, Zangenbisse entstehen, welche bei fortgesetztem Ziehen sich an die Oberfläche des Drahtes legen und denselben schieferig machen, so ist diese Manipulation möglichst zu vermeiden. Man nennt in diesem Falle die Zange Stosszange zum Unterschiede von der Schleppzange, welche einen langen Weg (2 bis 10 m.) zurücklegt (Schleppzangen — Ziehbank).

Diejenigen machinalen Vorrichtungen, bei welchen der Draht sogleich nach dem Austritt aus dem Ziehloch aufgewickelt wird, heissen Scheibenziehbank (Leierbank, Rollenbank, Filière à bobine, *Drum-bench*) [2]). Die

---

1) Dingler's Journ., Bd. 146. S. 408. 2) Polyt. Centr., 1857. S. 657; 1870. S. 865. — Hütte, 1862. Taf. 17.

gewöhnliche Anordnung derselben geht aus Fig. 208 hervor. Das Drahtzieheisen A ist auf der Mitte der Bank B C in ein Gestell D gelegt, welches an dem einen Ende bei C die Ziehvorrichtung G, am anderen Ende B den Haspel H zum Abwickeln des Drahtes trägt. Die Ziehvorrichtung besteht aus einem stumpfen Hohlkegel K (Scheibe, Rolle, Hut, Bobine, *Reel*), welcher sich um eine vertikale Achse frei drehen kann. Diese vertikale Achse, welche in der Bank gehörig gelagert ist und am unteren Ende sich noch in einem Fusslager stützt (das in der Zeichnung weggelassen), trägt unten ein Kegelrad a, welches durch ein zweites Kegelrad b in Umtrieb versetzt wird. Ferner sitzt an derselben Welle eine längliche Scheibe m n, an deren Oberfläche sich zwei radiale Vertiefungen befinden, und die als Mitnehmer für den Hut K dient. Zu diesem Zweck geht durch den Boden des Hutes eine Stange d, welche beim Niederdrücken in eine der Vertiefungen eintritt und das Mitnehmen bewirkt. Zugleich ist hier die Anordnung getroffen, dass der Hut aufhört, sich zu drehen, wenn der Draht von H abgewickelt ist. Die Stange d wird nämlich in der Vertiefung der Scheibe m n nur durch Reibung gehalten, die in Folge des Druckes entsteht. Hört nun dieser Druck, also die Reibung auf, so drückt eine Spiralfeder die Stange d nach oben und bewirkt dadurch eine Ausrückung.

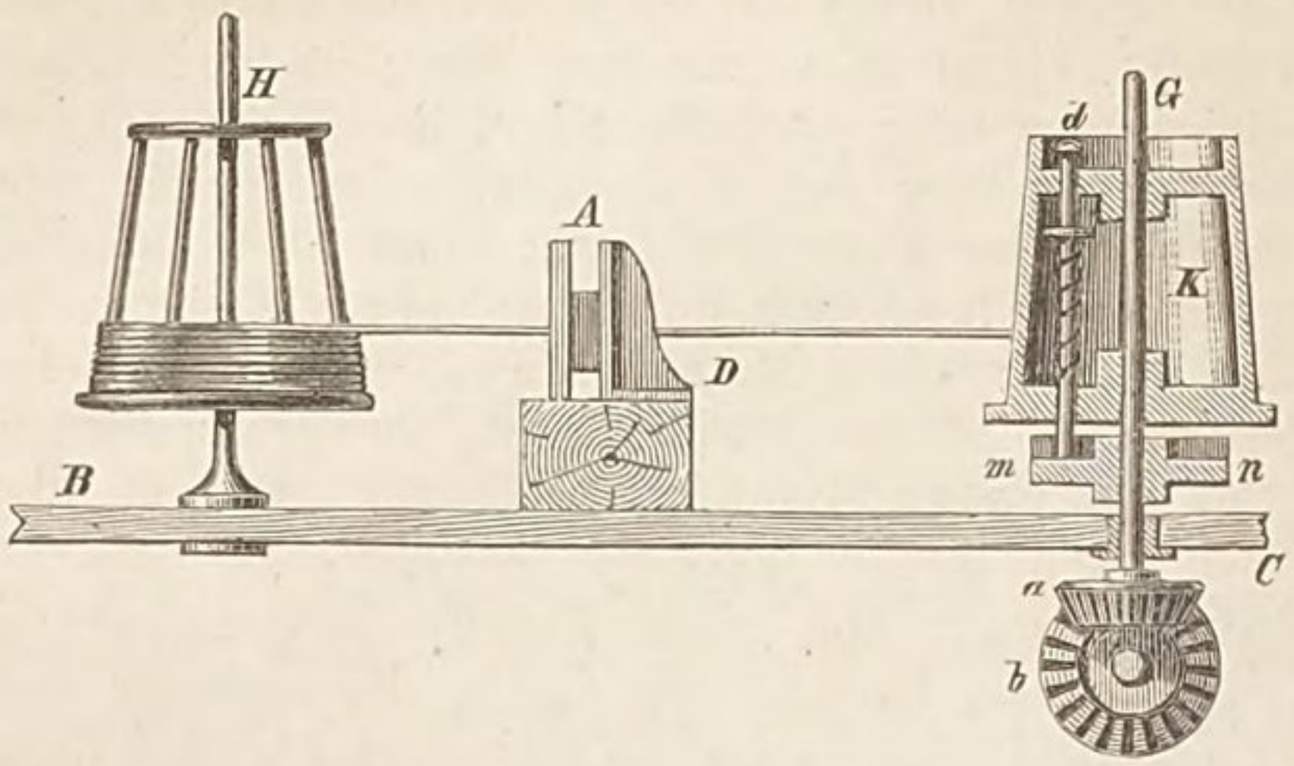


Fig. 208.

Die Befestigung des Drahtendes mit dem Hut erfolgt gewöhnlich durch eine am Hut sitzende Zange.

In manchen Fällen ist die Herstellung einer Reihe von Ziehlöchern zur Ausbildung einer Form sehr umständlich, z. B. wenn verhältnissmässig dünne Stäbchen oder Streifen auf der Oberfläche profilirt sein sollen für die Anfertigung von Gesimsen, Leistenwerk etc. Weil dann eine Dimensionsveränderung in der Breite nicht beabsichtigt wird, genügt es, ein Ziehloch anzufertigen und dasselbe in zwei Theile zu zerschneiden. Es entstehen dadurch, Fig. 209, zwei Backen a b (Seckeneisen, Siekeneisen, Bille à moulures, *Creasing-die*), die ähnlich einem Zieheisen in die Stützen C so eingelegt werden, dass sie vermittelst einer oder zwei Schrauben nach jedem Durchgange um eine entsprechende Grösse näher gestellt werden können. Die ganze Vorrichtung heisst Seckenzug (Siekenzug, Bille, Boite à tirer, *Swage-box*). — Wenn in einem Seckenzug zwei Backen eingelegt werden, welche umgekehrt kongruent sind, so bilden sie ein vorzügliches Mittel zum Querbiegen dünner Bleche, also zur Erzeugung von Blechstreifen mit gebogenem Profil. Da solche Stäbe oder Streifen in der Regel nur kurz sind, aber, namentlich die ersteren, ziemlich viele Kraft gebrauchen, so wird die Ziehbank

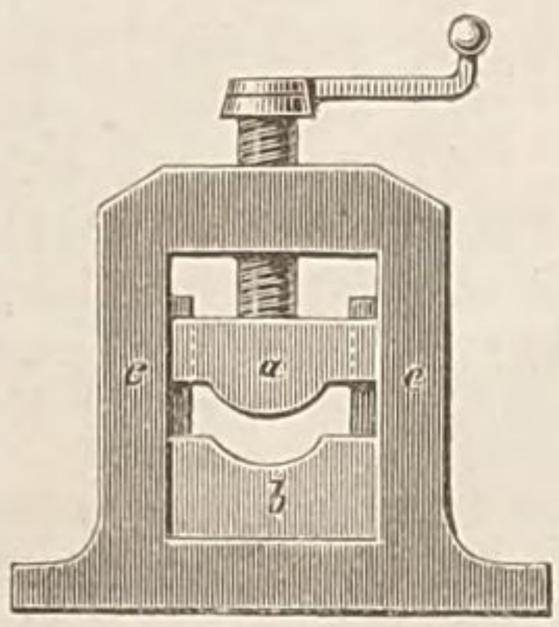


Fig. 209.

oft mit Zahnstange und Vorgelege ausgestattet (Zahnstangen-Ziehbank, Banc à cric, *Rack-bench*)

Statt, wie im Vorhergehenden ausführlich beschrieben ist, das Metall vermittelst des Ziehens durch das entsprechende Loch zu bringen, kann dasselbe auch hindurchgeschoben oder gedrückt werden, wenn es nur vor dem Loche gehörig gegen das Zusammenstrauchen und das Ausweichen nach der Seite geschützt wird. Da aber dieser Schutz namentlich dann sehr umständlich einzurichten sein muss, wenn das Metallstück vor dem Loche sehr lang ist, so kann dieses Prinzip des Pressens nur dann Anwendung finden, wenn das Metallstück vor dem Loche sehr kurz ist, und durch einen Durchgang die gewünschte Deformation erhalten kann. In diesem Falle ist aber eine sehr grosse Presskraft nothwendig, und deshalb das Verfahren des Pressens nur bei sehr weichen Metallen, bei Blei und Zinn, anwendbar. Die ganze Einrichtung besteht daun in einem starken Hohlzylinder (Pressform, Glocke, Cloche, *Core-die*) a, Fig. 210, mit konisch zulaufendem Ende, welches das entsprechende Loch enthält, aus dem die Stange oder der Draht d heraustritt. Das Blei oder Zinn wird durch einen Trichter bei e (der in den Zylinder eingeschraubt und während des Pressens durch eine Verschlusschraube ersetzt wird) in den Zylinder gegossen und gewöhnlich in heissem Zustande (Heisspressen) vermittelst des Kolbens K herausgepresst. Der Kolben wird selten durch eine Schraube, in der Regel durch eine hydraulische Presse vorgeschoben. In diesem Falle wird der Presskolben K mit einem Druckkolben P einer hydraulischen Presse in direkte Verbindung gebracht. — Beim Heisspressen wird in den kleinen Kammern r um die Pressform ein Kohlenfeuer unterhalten. — Das Loch, aus dem das Metall heraustritt, befindet sich in einem Mundstück (Pressring, Modèle, Matrice) von Stahl, das beliebig ausgewechselt werden kann. — In Bezug auf den Kraftbedarf siehe Röhrenfabrikation.

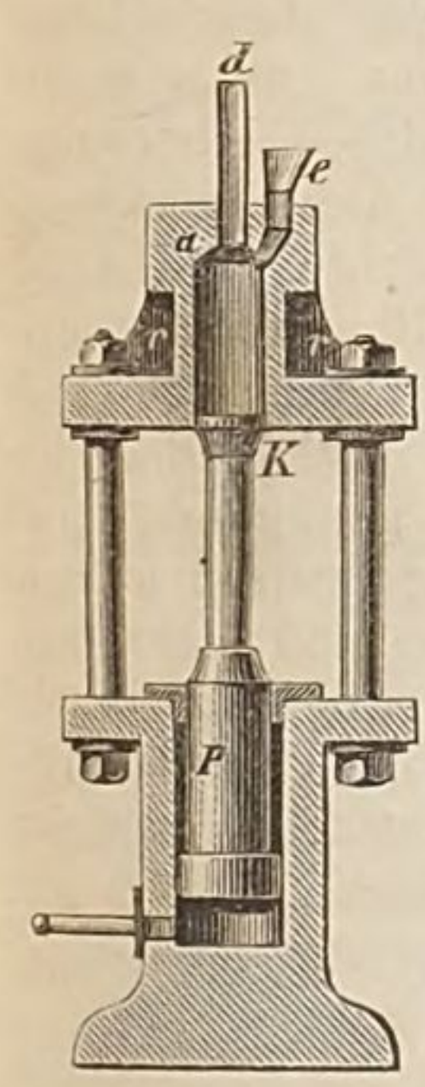


Fig. 110.

E. Walzen[1]), Rändelräder.

Bei aufmerksamer Betrachtung des Vorganges in einem Zieheisen oder Seckenzug erkennt man leicht, dass eine nicht unbedeutende Arbeit auf gleitende Reibung verwendet wird. Bei einem Seckenzuge zunächst liegt es daher nahe, diese Reibung wenigstens dadurch zu verringern, dass man sie in Zapfenreibung verwandelt, indem man die ebene Auflegefläche des untern Backentheils als die Fläche eines Zylinders anordnet, der um Endzapfen drehbar gemacht, eingelegt wird, und dass man desgleichen an die Stelle des oberen Backens einen gehörig profilirten drehbaren Zylinder bringt.

Durch diese Anordnung hat man zugleich eine kontinuirliche Bewegung der formgebenden Werkzeuge herbeigeführt, welche in der fruchtbarsten Weise durch diejenigen Werkzeuge zur Anwendung gelangt, welche den Gemeinnamen Walzen (Cylindre, *Roll*) führen. Walzen sind dem-

1) v. Hauer, Hüttenwerksmaschinen, Wien 1867. S. 235. — Kerpely, Fortschr., 1867. S. 202 u. 205. — Petzholdt, Fabrikation des Eisenbahnmaterials, Wiesdaden 1872. — Zeitschr. für Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1874. S. 200. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1873. S. 625. — Polyt. Centr., 1874. — Kronauer, Atlas III. Taf. 2.

nach zylindrische Körper, deren Oberfläche kontinuirliche Ansetzflächen darbieten und durch einen entsprechenden Normaldruck das zwischenliegende Metall komprimiren und strecken (oder nur biegen) und durch einen Tangentialdruck so fortschieben, dass ununterbrochen neue Stellen des Metalls zur Verarbeitung gelangen. Fig. 211 erläutert diesen Vorgang. Die beiden Cylinder A und B werden mit der Kraft K gegen einander gepresst, so dass zwischen ihnen ein Abstand δ bleibt. Damit das Metall M von der Dicke d durch diesen Raum hindurch kann, muss es um die Grösse $(d - \delta)$ abnehmen, was durch die Streckungsarbeit geschieht; und damit es in der Richtung x fortschreitet, ist eine Zugkraft nothwendig, welche hier bequem und genügend durch die Reibung zwischen dem Arbeitsstück und der Walzenoberfläche hervorgebracht werden kann, so dass die Bewegung der Walzen zugleich die Verschiebung des Arbeitsstückes bewirkt.

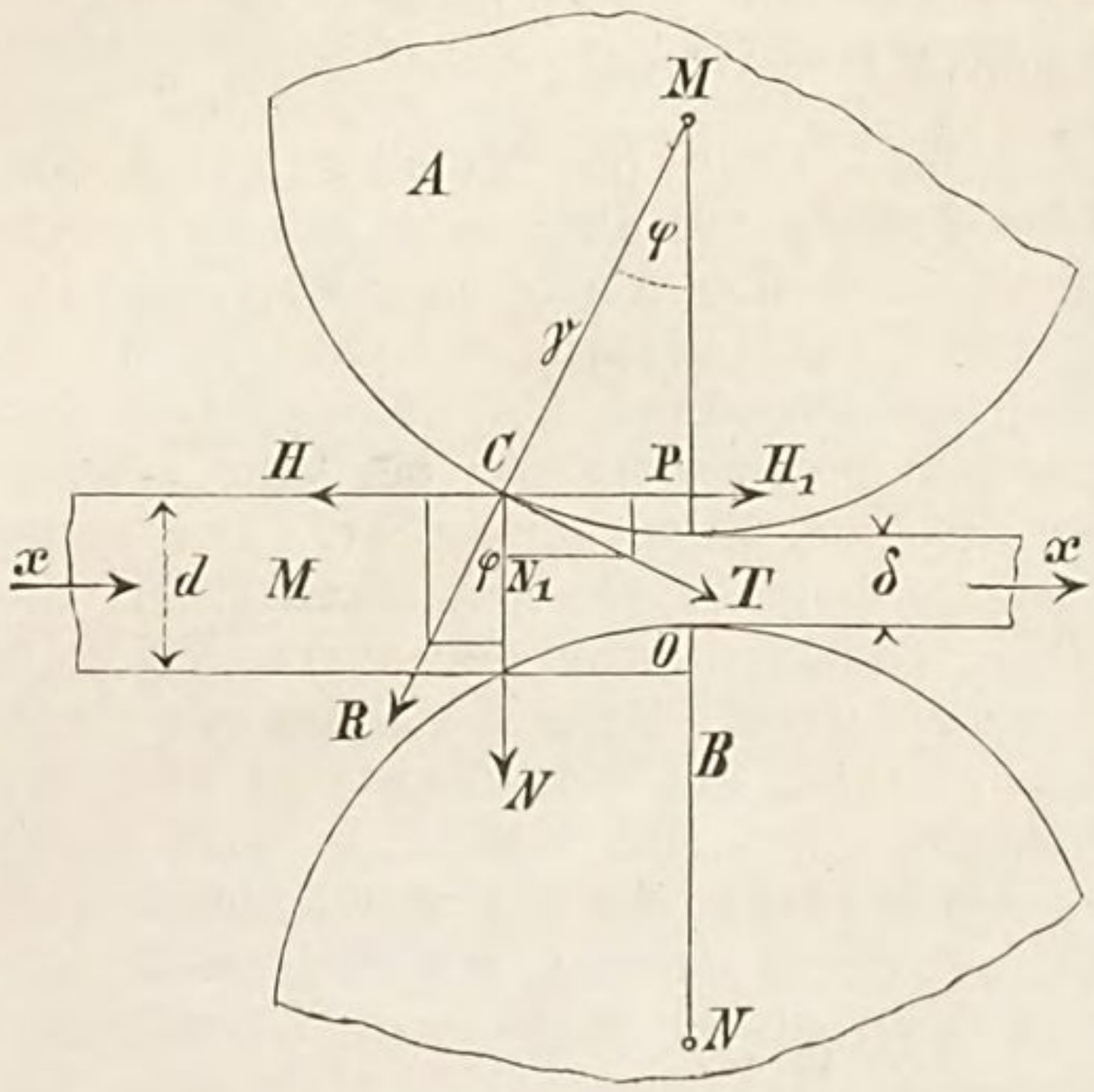


Fig. 211.

Die Kompression beginnt an der Stelle, wo das Metall eintritt, also bei c. Die radiale Druckkraft R zerlegt sich demnach in die Kräfte

$$N = R \cos \varphi \text{ und } H = R \sin \varphi .$$

Damit hier nun kein Verschieben des Arbeitsstückes in der Richtung H eintritt, so muss, wenn f der Reibungskoeffizient ist: $N f \geqq H$ sein,

$$\text{also } R \cos \varphi f \geqq R \sin \varphi ,$$

$$\text{also } f \leqq \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \operatorname{tg} \varphi .$$

Es darf also der Zentriwinkel φ nicht grösser als der Reibungswinkel sein, wenn im Punkte c kein Gleiten stattfinden soll.

Demnach sind im Punkte C folgende Kräfte in Wirkung:

die Horizontalkraft $H = R \sin \varphi$

und die Vertikalkraft $V = N = R \cos \varphi$.

Da nun die Kraft H mit dem Winkel φ abnimmt, die Kraft V dahingegen mit φ zunimmt und zwar so, dass für $\varphi =$ Null, $V = R$ und $H =$ Null wird, so ist ersichtlich, dass in der zentralen Linie MN die Kompressionskraft ihr Maximum erreicht, während die Kraft zum Zurückschieben hier ein Minimum wird. — Darum findet in der Zentrallinie MN die Mitnahme des Arbeitsstückes am sichersten und leichtesten Statt, weil auch Nf am grössten wird. — Um das Arbeitsstück bei dem Maximum des Druckes N und der Reibung fN nicht zu zerreissen, darf erfahrungsmässig bei Eisen sein Querschnitt nur auf die Hälfte reduzirt werden, und damit andererseits kein Gleiten entsteht, der Walzenabstand höchstens gleich $\frac{1}{20}$ des Walzendurchmessers sein.

Aus dieser Betrachtung geht ausserdem hervor, dass ein gewisses Verhältniss zwischen den Walzenhalbmessern und der Dickenabnahme besteht, denn unter der Voraussetzung, dass beide Walzen gleichen Durchmesser besitzen, ist die Entfernung ihrer Achsen:

$$MN = 2r + \delta = MP + PO + ON$$

oder da $PO = d$ und $MP = ON = r\cos\varphi$,

so ist $MN = 2r + \delta = d + 2r\cos\varphi$,

also $2r - 2r\cos\varphi = d - \delta$.

$$2r = \frac{d - \delta}{1 - \cos\varphi}.$$

Nun ist ferner $\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2\varphi}}$,

also weil $tg\varphi = f$

$$2r = \frac{d - \delta}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}}.$$

Bezeichnet man nun hier den Verdünnungsfaktor $\frac{\delta}{d} = m$,

so erhält man also:

$$2r = \frac{1 - m}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}}$$

als den kleinsten Durchmesser einer Walze, welche mindestens erforderlich ist, um das Arbeitsstück zu fassen, in der Regel aber, auch schon aus Gründen der Festigkeit sehr viel grösser genommen werden muss.

Die Bewegung der Walzen findet je nach ihrer Grösse durch Menschenhand oder Elementarkraft Statt. Hierbei ist vor allen Dingen eine sichere Lagerung der Walzen erforderlich, wozu das Walzengerüst (Cage, *Housing frames*) dient. Man unterscheidet zwei Arten von Gerüsten: Pilarengerüst und Ständergerüst, wovon das erstere aus 4 schmiedeisernen Säulen mit dazwischen liegenden Lagern bestehend, nur noch für kleine Walzwerke in Gebrauch ist.

Das Ständergerüst besteht gewöhnlich, wie Fig. 212 und 213 zeigen, aus 2 starken gusseisernen Rahmen A A von viereckigem Querschnitt, welche so weit von einander stehen als die Walzenlänge (Ballen, Bund) B beträgt. In diesen Rahmen liegen vertikal gegeneinander verschiebbar, Fig. 213, die Lager C D zur Aufnahme der dicken Walzenzapfen (Laufzapfen, Läufer). Da während des Betriebs die Widerstände in fast vertikaler Richtung auftreten, so würde es genügen, für die obere Walze ein halbes Oberlager und für die untere ein halbes Unterlager anzubringen, wenn nicht die Oberwalze nach jedem Durchgange des Arbeitsstückes auf die Unterwalze fallen und leicht Beschädigungen veranlassen würde. Deshalb hat die Oberwalze gewöhnlich ein ganzes Lager. Da ferner durch eine allmähliche Hebung der Walze beim Eintritt des Arbeitsstückes der heftige Stoss gegen das Lager bedeutend gemindert, weil die Walze vor dem Anstoss schon einen Theil der lebendigen Kraft konsumirt hat, so wird die Oberwalze in vielen schwebend erhalten und erst durch den Druck des eingeschobenen Metalls soweit gehoben, als die obere Lagerhälfte gestattet. Als Mittel zu dieser Ausgleichung des Gewichts der Oberwalze dienen bei kleinen Walzen Federn, bei grösseren Gewichte. Eine in Fig. 212 und

213 gezeichnete Anordnung einer Ausgleichung durch Gewichte mag zur allgemeinen Erklärung dienen. Die unteren Hälften a der Oberlager werden von je zwei vertikalen Stangen bb, welche durch das Unterlager

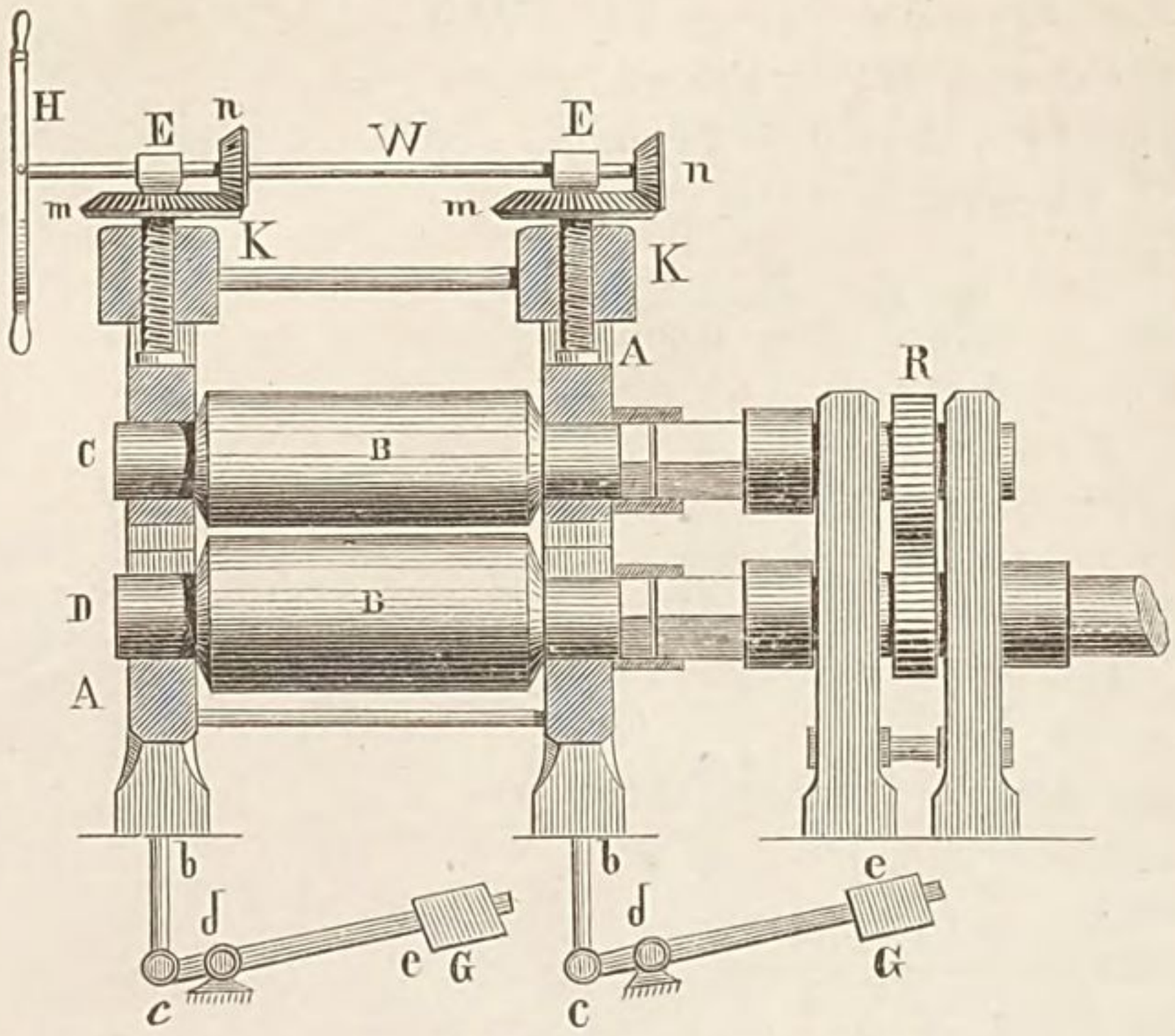


Fig. 212.

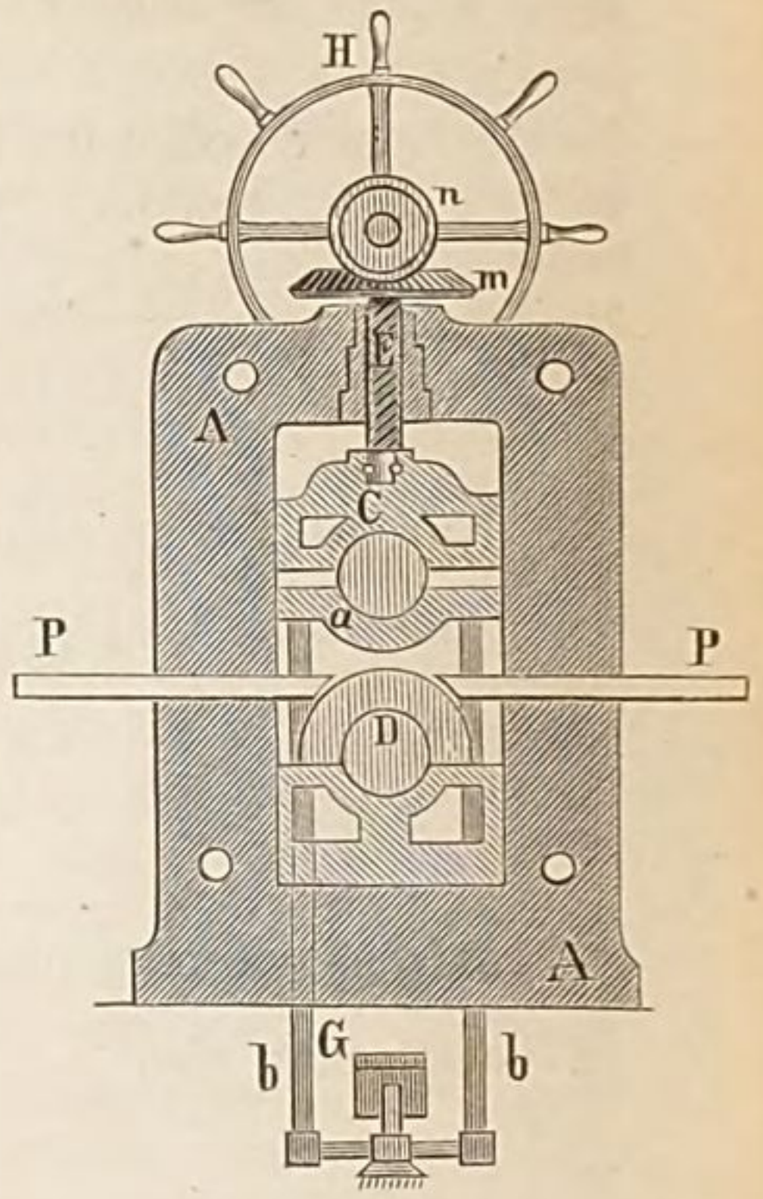


Fig. 213.

gehen, getragen und zwar durch das Gewicht G, welches in einer Grube unter dem Walzengerüst an dem Hebel cde hängt, der bei c direkt oder durch ein Gelenk mit den Stangen verbunden ist. — Dass man, wie oft geschieht, den Hebel mit dem Gewicht etc. auch um 90° gedreht anwenden kann, wenn die Grube das erheischt, bedarf nur der Andeutung.

Nicht nur um in manchen Fällen die Walzen allmählich näher stellen zu können, sondern auch um ihre gegenseitige Stellung zu reguliren, sind in den Ständern Stellschrauben EE (selten Stellkeile) angebracht, welche die Stellung der Oberwalze fixiren, ihre Muttern in den oberen Ständertheilen K (Kappen) haben und entweder blos auf das Lager drücken oder auch das ganze Lager heben und niederschieben. Die Schrauben sind entweder einzeln drehbar — dann geschieht die Drehung gewöhnlich mit Schlüsseln — oder sie werden der Bequemlichkeit und genaueren Einstellung halber gekuppelt, entweder indem man auf die Schrauben Kegelräder mm steckt und diese durch andere, auf einer horizontalen Welle, sitzende Kegelräder nun mittelst Handrad H dreht, oder indem man Schneckenräder mit Schraube ohne Ende anwendet. — Die Verbindung der Stirnräder oder zweier Schlüssel durch eine Schubstange wird wenig mehr angetroffen.

Zur Hervorbringung der Drehung beider Walzen wird in der Regel nur die eine (gewöhnlich untere) mit der Betriebskraft in Verbindung gebracht, während die zweite entweder durch Reibung mitgeht (Schleppwalzen) oder mit der ersten durch Zahnräder R (Krauseln) gekuppelt wird (Fig. 212).

Sind die Walzen sehr klein (Walzen für Goldarbeiter etc.), so erfolgt die Bewegung durch eine Handkurbel, welche auf den verlängerten Zapfen der Unterwalze gesteckt wird. Grosse Walzen werden vermittelst einer

lösbaren Kuppelung K mit einer Dampfmaschine, einem Wasserrade etc. in Verbindung gebracht oder durch ein Riemenvorgelege betrieben.

Da die verlangte Form des Arbeitsstückes selten mit einem Durchgang durch die Walzen erzeugt werden kann, so muss dasselbe, bei der gewöhnlichen Anordnung eines Walzwerks, so oft durch Hinwegheben über die Oberwalze nach der Eintrittsseite gebracht werden, als Durchgänge erforderlich sind, wodurch bei grossen Walzstücken oft dem Arbeiter eine so bedeutende Anstrengung erwächst, und wodurch bei kleinen Arbeitsstücken, die heiss gewalzt werden müssen, ein so beträchtlicher Wärmeverlust, wegen des Zeitverbrauchs entsteht, dass es rathsam ist, diese Arbeit ebenfalls durch die Maschine ausführen zu lassen. Um den Zeitverlust zu umgehen, richtet man entweder das Walzwerk so ein, dass sich unmittelbar nach dem Austritt des Walzstückes die Bewegung umkehrt (*Reversing rolling mill.*[1]), wodurch auch die Hebung vermieden wird. Oder man legt 3 Walzen über einander, Fig. 214, oder je zwei Walzenpaare neben einander, Fig. 215 Colamineur[2]), so dass nur eine Aufhebung für zwei Durchgänge nothwendig wird. — Zur Umkehrung der Bewegung wird entweder der Gang der Dampfmaschine (mitunter Zwillingsmaschine[3]) vermittelst einer Koulissensteurung, oder der Gang der Walzen durch Umkupplung umgesetzt. — Gewöhnlich wird jedoch das Zwei-Walzensystem beibehalten und das Ueberheben durch mechanische Vorrichtungen (Elevator) bewirkt. Diese sind mit demjenigen Apparat verbunden, welcher in den meisten Fällen für die Einführung des Metalls zwischen die Walzen unerlässlich ist, und aus einer horizontalen Gusseisenplatte P besteht, welche Walzenbank oder Walzentisch genannt wird, oder Einlass, wenn sie annähernd die Form des Walzstückes besitzt. Diese Walzenbank wird entweder durch eine besondere Dampfmaschine, die in der Walzengrube oder über den Walzen steht, oder durch die Walzendrehung vermittelst Ketten etc. gehoben[4]). — Hierbei mag noch bemerkt werden, dass die Walzentische oft mit Rollen versehen sind, welche den Reibungswiderstand der darauf sich bewegenden Arbeitsstücke vermindern.

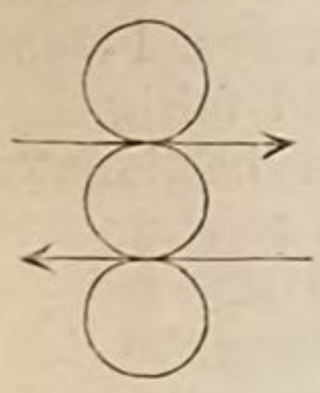


Fig. 214.

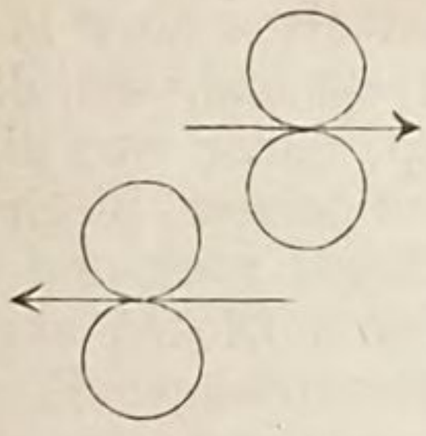


Fig. 215.

Beim Durchgange des Metalls durch die Walzen findet wegen der runden Aufsetzfläche zunächst zwar eine Ausdehnung in der Bewegungsrichtung Statt (Streckung), welche um so grösser ausfällt, je kleiner der Walzendurchmesser ist, daneben aber wird das Metall nach dem allgemeinen Gesetz auch in der Richtung der Walzenachsen ausgebreitet (Breitung), und endlich in etwaige Vertiefungen der Walzen eingedrückt. Man besitzt daher in der Walzenoberfläche das Mittel zur Hervorbringung höchst verschieden gestalteter Arbeitsstücke.

Ist die Oberfläche der Walzen zylindrisch (Fig. 212, S. 176), so entsteht ein Produkt mit zwei parallelen ebenen Flächen. Solche Walzen dienen daher besonders zur Herstellung jener Tafeln aus Metall, welche

---

1) Kerpely, Fortschr., 1866. S. 192; 1867. S. 221. — Polyt. Centr., 1857. S. 914. 2) Kerpely, Fortschr., 1868. S. 208. 3) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1868. S. 124 u. 154; 1869. S. 538. 4) Dingler's Journ., Bd. 185. S. 268; Bd. 203. S. 338. — Polyt. Centr., 1860. S. 808. — Wiebe, Skizzenbuch, Heft 20. Taf. 3. — Hütte, 1861. Taf. 18. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1869. S. 288 u. 349.

je nach der Grösse Platten oder Blech genannt werden (Blechwalzwerke[1]), Laminoir à plaque, *Plate-rollers*). — Da das Blech vor allen Dingen an der Oberfläche sehr glatt und eben (ohne Beulen, Höcker, krause Ränder) und überall vollkommen gleich dick sein soll, so ist nicht nur den Walzen eine sehr glatte, mitunter polirte Oberfläche zu geben, sondern es ist auch dafür zu sorgen, dass ihre Flächen durchaus zylindrisch sind und dass die Drehachsen nicht nur mit den geometrischen Achsen der Zylinder zusammenfallen, sondern auch genau parallel zu einander liegen und dass endlich die Walzendurchmesser von einer Grösse sind, welche das Durchbiegen der Walzen möglichst verhindert. — Wenn die Walzen nicht zylindrisch sind oder wenn sie sich exzentrisch drehen, findet nämlich eine periodische Verkleinerung und Vergrösserung der Durchgangsöffnung, also auch der Metalldicke Statt; sind die Walzen nicht ganz zylindrich, sondern konisch oder sind ihre Achsen nicht parallel, so ist die Streckung an der engeren Stelle stärker als an der weiteren, in Folge dessen das Arbeitsstück an den Kanten nicht grade, sondern kreisförmig gebogen (sichelförmig) wird und verschieden dick ausfällt; biegen sich die Walzen aber in der Mitte durch, so werden die Metallränder stärker gestreckt und, weil die mittlere Fläche eben bleibt, aus der Ebene herausgedrängt, daher runzelig und faltig.

Da die Verdünnung des Metalls zu einem Blech von bestimmter Dicke selten auf einmal, sondern in der Regel nach und nach erfolgt, und da das Produkt selbst in den verschiedensten Dicken angefertigt wird, so fehlt bei diesen Walzen selten die oben beschriebene Einrichtung, welche ein Näherstellen derselben nach jedem Durchgange des Metalls mit Leichtigkeit herbeiführen lässt.

Wegen der Breitung bekommen Bleche und andere flache Walzprodukte an den Rändern eine abgerundete und unregelmässige Begrenzung. Wenn man auch mitunter von dieser Wirkung Gebrauch macht (z. B. beim Plattwalzen [Plätten, Écacher, *Flatten*] von Draht zur Anfertigung der Weberriete etc.) und wenn diese Abrundung in vielen Fällen für den Gebrauch unwesentlich ist, so muss sie doch oft, z. B. beim Walzen flachviereckiger Stäbe, vermieden werden. Am einfachsten geschieht dies offenbar dadurch, dass man zur Begrenzung der Breite um einen Ballen Ringe (Ränder) legt, die scharf rechtwinklig gegen die Achse abstehen und in entsprechende Vertiefungen des anderen Ballen eintreten, wie Fig. 216 zeigt, wo die Ringe a a der Walze A in die Vertiefungen c c der Unterwalze B eintreten. Durch dieses Mittel entstehen zwischen den Walzenkörpern Durchgangsöffnungen m, die das Arbeitsstück gänzlich umschliessen.

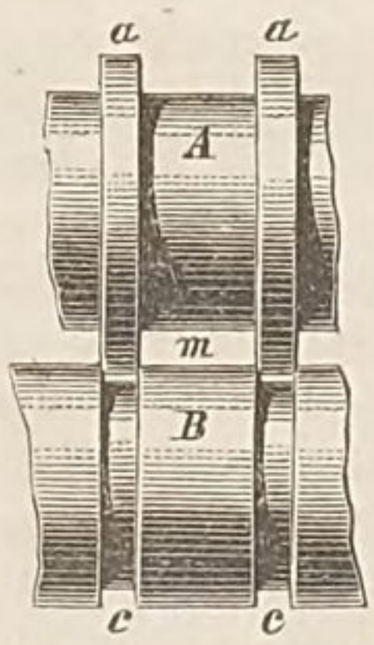


Fig. 216.

Solche Durchgangsöffnungen werden Kaliber (Cannelure, *Groove*) und die Walzen, welche dergleichen herumlaufende Vertiefungen besitzen, Kaliberwalzen[2]) genannt. Die Kaliberwalzen bilden, da die Form und Grösse der Kaliber sehr verschieden sein kann, das vorzüglichste Mittel zur Herstellung aller Arten von Stäben. Treten dabei Ränder der einen Walze in Vertiefungen der anderen Walze: dann ent-

---

1) Hütte, 1859. Taf. 16; 1860. Taf. 15; 1861. Taf. 18; 1863. Taf. 4; 1864. Taf. 3. — Berlin. Verh., 1861. Taf. 14. — Masch. Constr., 1871. Taf. 77, 78, 79 u. 83. — Wiebe, Skizzenbuch, 1867. Heft 2. 2) v. Tunner, Ueber Walzenkalibrirung für Eisenfabrikation, Leipzig 1867. — Die Kalibrirung der Eisenwalzen. Drei gekrönte Preisschriften von Daelen, Hollenberg und Dieckmann. Berlin 1869. — Mäurer, Die Formen der Walzkunst und das Façoneisen. Stuttgart 1865.

stehen die geschlossenen Kaliber (Cannelure fermée, *Closed groove*) Fig. 216, S. 178, wobei noch die Oberwalze Patrize und die Unterwalze Matrize heisst.

Wenn dahingegen die Ringe auf beiden Walzen so liegen, dass sie sich berühren, dann werden die Kaliber zu offenen (Cannelure ouverte, *Open groove*), Fig. 217. — Für die Wahl offener oder geschlossener Kaliber entscheiden mancherlei praktische Gründe.

Fig. 217.

Zur weiteren Eintheilung der Kaliber wird gewöhnlich die Querschnittsfigur benutzt, daher: Flachkaliber (Fig. 216), Quadratkaliber (Fig. 217), Polygonkaliber, Rundkaliber, Ovalkaliber, Spitzbogenkaliber. Zu den Façonkalibern gehören alle diejenigen, deren Querschnitte anders als die eben genannten beschaffen sind.

Gewöhnlich enthält ein Walzenpaar eine grössere Anzahl Kaliber, die in einer gewissen Reihenfolge das Metall bearbeiten, weil die Gestalt des Arbeitsstückes nur nach und nach ausgebildet werden kann.

Die Anfertigung der Kaliber, namentlich auch in Bezug auf ihre Reihenfolge, die Kalibrirung (Cannelure, *Grooving*) verlangt die Berücksichtigung einer Anzahl Umstände und Erscheinungen, welche beim Walzen vorkommen. — Zunächst müssen die Kaliber so beschaffen sein, dass sich das Metall leicht von den Walzen abschält; die Kaliber dürfen keine Unterschneidungen haben. — Glühend gewalztes Metall (Eisen, Stahl) kühlt sich nicht nur ab und schwindet dabei (Eisen etwa um $\frac{1}{64}$), sondern kühlt sich an Ecken früher ab als an Flächen, wie man dies z. B. bei Quadratstäben, Winkeleisen etc. besonders beobachten kann. In genau quadratischen Kalibern gewalzt, werden die Seiten einfallen, Fig, 218: drückt man aber das Kaliber etwas, so dass zwei (vertikal) gegenüberliegende Winkel jeder etwa 91 bis 92 Grad betragen und lässt den Stab zweimal um 90 Grad gedreht, durchgehen, so entsteht ein wirkliches Quadrat als Querschnitt. Deshalb ist bei der Dimensionirung und Formung der Kaliber auch auf das Schwindververhältniss Rücksicht zu nehmen.

Fig. 218.

Da die scharfen Kanten der Ringe leicht schartig werden, so rundet man sie immer etwas ab. In den hierdurch entstandenen Raum drückt sich das Arbeitsstück ein und erhält einen sogenannten Grat, d. h. einen sich auf der Oberfläche hinziehenden Metallaufwurf, welcher in der Regel an den Kanten weniger auffällt und stört, als auf den Flächen. Deshalb sind die Kaliber so anzuordnen, dass der Grat auf die Kanten des Arbeitsstückes kommt, also z. B. für Quadratstäbe aus dreieckigen Einschnitten offen, Fig. 217, und für Flachstäbe aus rechteckigen Einschnitten geschlossen, Fig. 216, konstruirt. — Von besonderer Wichtigkeit ist jedoch bei einer Kaliberfolge das Verhältniss der Querschnittsabnahme und der allmähliche Uebergang vom ersten (Vorkaliber) zum letzten Kaliber (Fertigkaliber). Zur gehörigen Ausnutzung der Wärme und zur Beschleunigung der Arbeit soll die Abnahme (Druck) zweier Druckflächenabstände möglichst gross genommen werden. Weil aber die Wärme des Metalls allmählich ab- und die Härte, auch beim Walzen kalter Metalle, mehr und mehr zunimmt, so kann der Druck in den ersten Kalibern grösser genommen werden, als in den nachfolgenden. Der Koeffizient,

nach welchem die Druckabnahme zu bestimmen wäre, ist ferner abhängig von dem Walzmaterial, der Walzengeschwindigkeit, den Walzendurchmessern etc. und daher nicht konstant, sondern sehr veränderlich. Nebenstehende Fig. 219 gibt ein Bild von dem allmählichen Uebergang eines Quadratstabes in einen Flachstab in vier Abstufungen und einer Druckabnahme von etwa 25 Prozent.

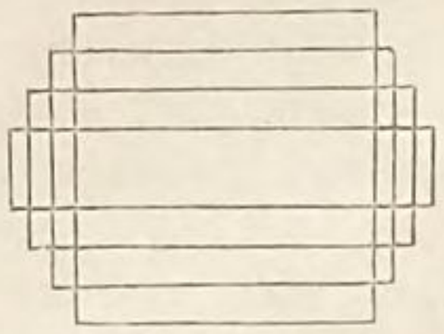


Fig. 219.

Als ein besonderes Walzwerk ist hier noch dasjenige zum Walzen der bereits zu einem Ring zusammengeschweissten Radbandagen, Tyres (Bandagenwalzenwerk, Laminoir à bandages, *Tyres rolling-mill*)[1]) zu erwähnen, welches auch im Kleinen zum Auswalzen von Ringen (Fingerringen) Anwendung findet. — Desgleichen dient das Rundkaliber auch zur Fabrikation von Draht, zu welchem Zweck aber dasselbe wegen der mangelhaften Berührung der Kaliberdurchmesser nicht kleiner als etwa 4 mm werden kann.

Die grosse Mannigfaltigkeit der in Gebrauch gekommenen Formen und Grössen von (besonders eisernen) Stäben, und in Folge dessen die grosse Zahl der zur Herstellung erforderlichen Walzen hat Veranlassung zur Konstruktion solcher Walzen gegeben, welche eine grosse Auswahl Dimensionen mit einem Walzenpaar von geringer Länge anzufertigen gestatten. Es gehören hierher die Stufen- oder Staffelwalzen und das Universalwalzenwerk Daelen (Laminoir universel, *Universal rolling mill*)[2]).

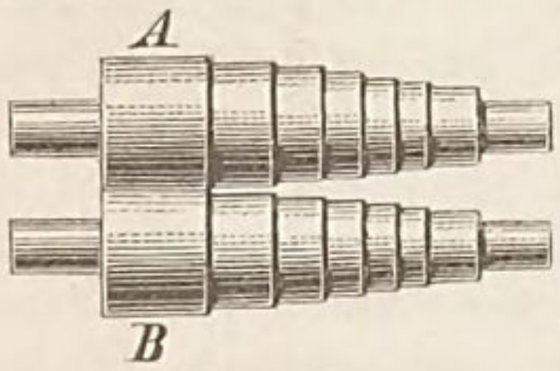


Fig. 220.

Das erste Walzwerk besteht, Fig. 220, aus 2 Walzen A B mit einer Anzahl Zylindern von verschiedenen Durchmessern, welche sich gegen einander verstellen lassen.

Das Universalwalzwerk dahingegen (Fig. 221 u. 222, s. f. S.) wird aus zwei Walzenpaaren gebildet, wovon das eine a a horizontal, das andere b b vertikal gestellt ist, so dass zwischen den beiden ein viereckiger Raum bleibt, der sowohl in der Höhe, durch Hebung und Senkung der Oberwalze vermittelst der Stellschrauben c c, als in der Breite, durch Verschiebung der Walzen b b, ebenfalls vermittelst Stellschrauben d d, welche durch Stirnräder gekuppelt sind, vergrössert und verkleinert werden kann. — Dies Universalwalzwerk ist auch für Façoneisen ausgeführt worden[3]).

Wenn eine Walze gegen die andere exzentrisch läuft, so wechseln die Abstände zwischen beiden und demgemäss die Dicken des Arbeitsstückes, welches jedesmal am dünnsten wird, wenn der grösste, und am dicksten, wenn der kleinste Halbmesser den Druck bildet. Dadurch lassen sich Walzstücke erzeugen, die von der Mitte nach den Enden allmählich an Dicke abnehmen, z. B. Wagenfedern[4]), Nägel etc.

Versieht man die Oberfläche des Ballen statt mit glatten Kalibern abwechselnd mit Erhöhungen und Vertiefungen, so prägen sich diese dem Metall auf und geben ihm eine entsprechende Gestalt, die entweder den bei der Formerei definirten Charakter der flachen oder der runden Gegen-

---

1) Petzholdt, Eisenbahnmat., Taf. 22. — Polyt. Centr., 1853. S. 464; 1864. S. 997; 1869. S. 720. — Engineering, 1869. S. 296. — Organ f. Eisenbahnwesen, 1852. S. 133. 2) Polyt. Centr., 1861. S. 1252 u. 1601; 1864. S. 109. — Dingler's Journ., Bd. 164. S. 401; Bd. 170. S. 23. — Kerpely, Fortschr., 1868. S. 204. — Petzholdt, Eisenbahnmat., Taf. 12. 3) Kerpely, Fortschr., 1867. S. 226; 1868. S. 204. — Deutsche Ind.-Zeit., 1867. S. 365. 4) Dingler's Journ., Bd. 114. S. 246.

stände annimmt, je nachdem nur eine, oder beide Walzen korrespondirende Formen, erhalten. Mit solchen Walzen lassen sich nicht nur Stäbe und

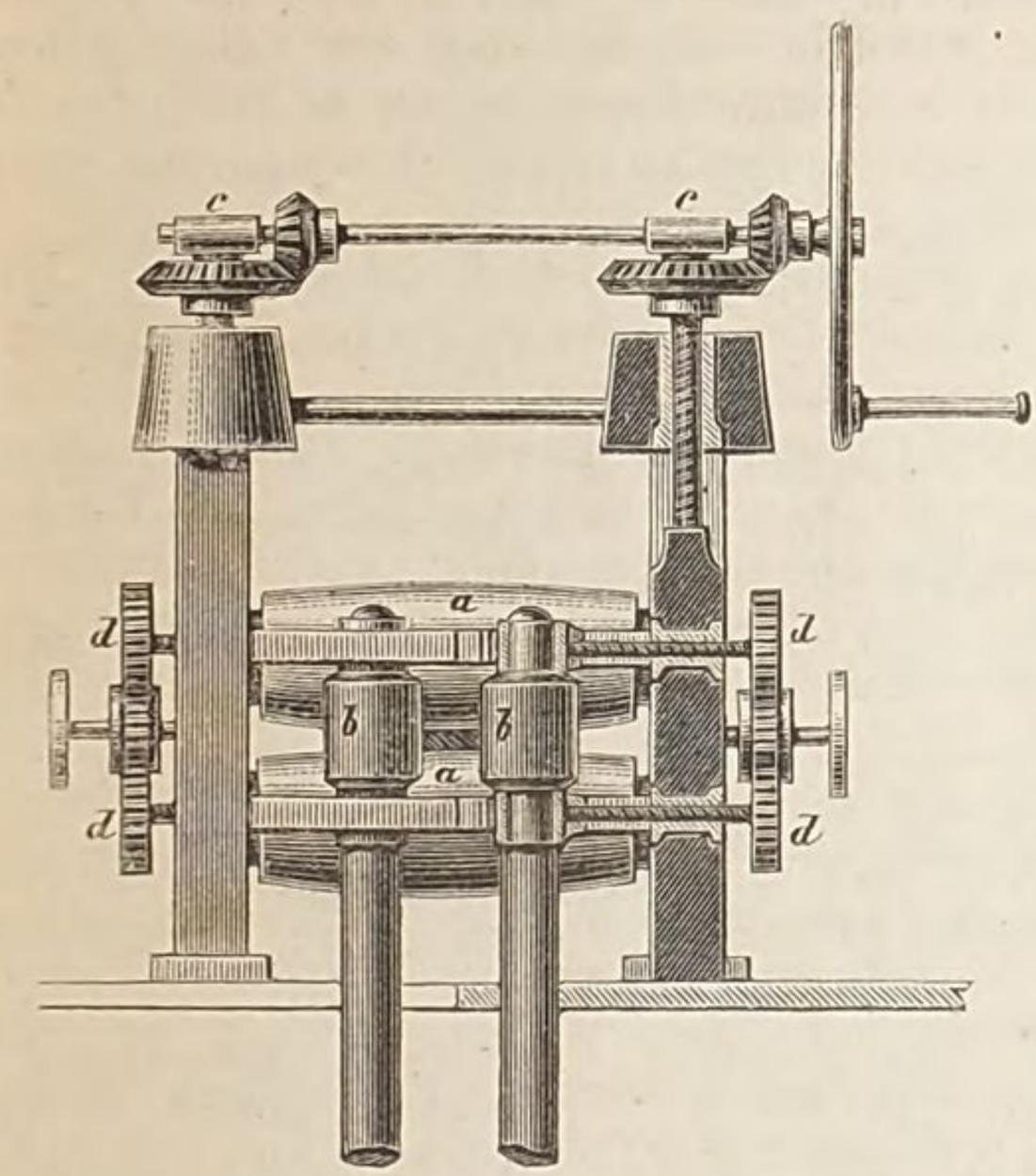


Fig. 221.

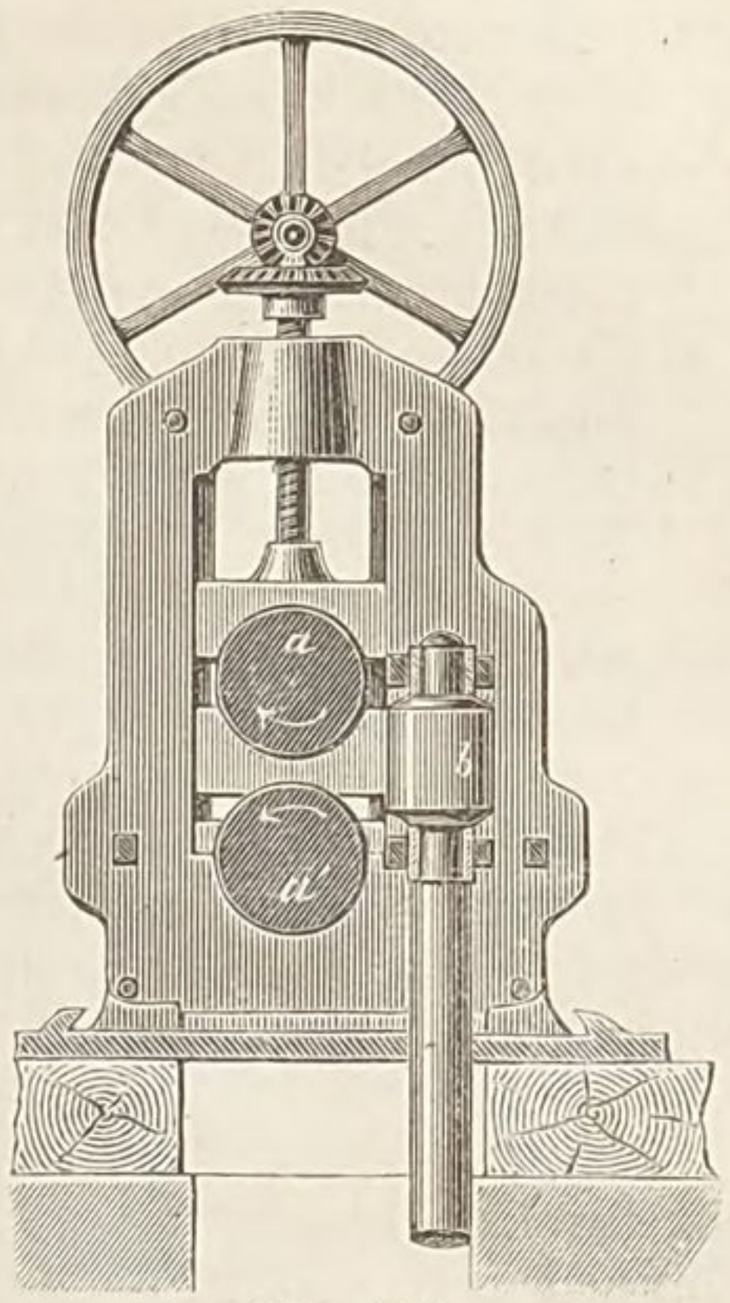


Fig. 222.

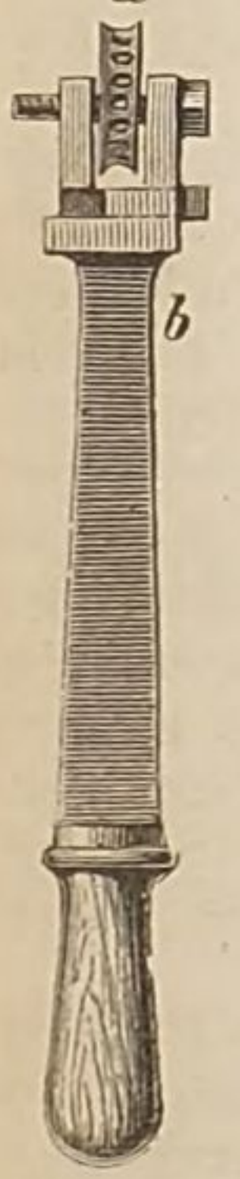


Fig. 223.

a Bleche mit Verzierungen, Rippen etc. versehen (Gitterstangen, Messingstreifen zu Möbeln und anderem Zierath, Gold- und Silberstreifen zum Auf- und Umlegen etc.), sondern auch viele andere Artikel fertig herstellen, z. B. Nägel, namentlich Eisenbahnschwellennägel, Kugeln aus Blei, Eisen etc., Schraubenbolzen, Schraubenmuttern u. s. w.[1]) — Zu dieser Gattung von Walzen gehören auch diejenigen Werkzeuge, welche mit starkem Druck über ein Arbeitsstück hinweggerollt, oder an ein rotirendes Arbeitsstück angedrückt, Verzierungen u. s. w. hinterlassen. (Rändelräder, Rändelscheiben, Moletten, Schlagrädchen, Molette, *Milling wheel.*) Diese Werkzeuge, Fig. 223, sind kleine Rädchen a aus gehärtetem Stahl, deren Peripherie die angemessenen Vertiefungen und Erhöhungen besitzen, und die in eine eiserne Gabel b (Rändelgabel) gefasst werden, welche für die Aufnahme verschiedener Rädchen eingerichtet sein kann. Man erzeugt damit z. B. die krausen Ränder runder Schraubenknöpfe, die Grübchen auf Fingerhüten, die Zeichnungen auf Kattundruckwalzen (Rändelmaschinen, Molettirmaschinen[2]) etc.

Was die Geschwindigkeit anbetrifft, mit welcher die Walzen umgehen, so ist hier zu bemerken, dass dieselbe abhängt von dem Walzendurchmesser, der Kalibergrösse und Kalibergestalt, so zwar, dass die Geschwindigkeit im Allgemeinen mit der Zunahme des

---

1) Wiebe, Skizzenbuch, 1867. Heft 2. — Kerpely, Fortschritte, 1868. S. 203. — Polyt. Centr., 1868. S. 41. 2) Techn. Encyklop. Bd. VIII. S. 296. — Schweiz. Polyt. Zeitschr., 1862. S. 11. — Dingler's Journ., Bd. 164. S. 180.

Ballendurchmessers und der Kalibergrösse abnimmt, und mit der Zunahme der Abkühlungsfläche des Walzstückes zunimmt.

Für die Eisenwalzen hat man in Rücksicht hierauf und zur Uebersicht eine besondere Eintheilung getroffen, welche auch als Anhaltspunkt für andere Metalle zu gebrauchen ist. Man unterscheidet nämlich:

Schnellwalzen: für Draht, Nageleisen, feines Band- und Rundeisen.

Feinwalzen: für Band- und Flacheisen bis 50 mm; Rund- und Vierkanteisen bis 33 mm und kleine Façoneisen.

Mittelwalzen: für Band- und Flacheisen 50 bis 150 mm, Rund- und Vierkanteisen 33 bis 75 mm, mittlere Façoneisen und Schmiedeisen.

Schienenwalzen: für Schienen, Rundeisen 75 bis 150 mm; Vierkanteisen 75 bis 130 mm, Flacheisen bis 470 mm, Winkeleisen grösserer Dimensionen und doppelt T-Eisen bis 180 mm Höhe.

Grobwalzen: für Rundeisen von 150 bis 250 mm, breites Flacheisen und schwerstes Façoneisen.

Kesselblechwalzen: für Kesselblech.

Sturzblechwalzen: für Sturzblech von 2,5 bis 35 Kg. pro qm.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Hauptdimensionen und Geschwindigkeiten, welche für die oben genannten Walzen gelten, zusammengestellt.

	Walzendurchmesser.	Umdrehungen pr. Minute.	Zahl der Gerüste.	Schwungradgewicht in Kg.
Schnellwalze	210 mm	300—500	5—7	15—20000
Feinwalze	240—260 «	150—200	3—5	10—15000
Mittelwalze	370—420 «	75—120	3—4	20000
Schienenwalze	500—520 «	50—120	2—4	30000
Grobwalze	580—710 «	50—80	2—3	30000
Kesselblechwalze	580—630 «	40—70	1—3	30000
Sturzblechwalze	500—520 «	30—60	1—2	30000

F. Biegen.

Wenn ein Körper, ohne die ihm eigenthümlichen Dimensionen wesentlich zu ändern, eine Gestaltveränderung in der Weise erleidet, dass einzelne Theile aus der ursprünglichen Fläche herausgedrängt werden, so wird dieser Vorgang Biegen (Courber, *Bend*) genannt.

Eine Biegung tritt z. B. ein, wenn ein prismatischer Stab an einem Ende festgehalten und am freien gehörig belastet wird, oder wenn derselbe an beiden Enden aufliegt und zwischen den Stützpunkten eine Belastung erhält. Die Mechanik lehrt, dass in diesen Fällen die Biegung nach bestimmten Kurven eintritt und dass hierbei der Stab an einer Seite eine Ausdehnung (Streckung), an der anderen eine Verkürzung (Stauchung), aber in der Kraftrichtung keine Dimensionsveränderung (durch Kompression) erleidet.

Trotzdem, dass diese Art des Biegens nur eine bestimmte Biegung, nämlich nach der sogenannten elastischen Linie, hervorzubringen im Stande ist, findet sie dennoch bei der Verarbeitung des Metalls eine ausgedehnte Anwendung, weil man durch Aneinanderreihung einer Anzahl kleiner Biegungen ebensogüt beliebige Kurven herzustellen vermag, als durch Zusammenlegen von Elementen der Biegungslinie. — Legt man z. B. einen Metallstab so auf die Amboskante, Fig. 224, s. S. 183, dass sein Ende a etwas über die Kante hinwegragt und giebt auf dies Ende einen Schlag mit dem Hammer, so biegt sich dasselbe nach unten und zwar nach der Biegungslinie und bleibt in dieser Lage, wenn die Elastizitätsgrenze

überschritten war. Schiebt man den Stab nun wieder um eine Strecke vor und schlägt abermals darauf, so reiht sich an die erste eine zweite Biegung b an und setzt man diese Manipulation so fort c, so erhält man eine Krümmung d, deren Natur unter sonst gleichen Umständen von der Kraft des Schlages und der Grösse des jedesmaligen Vorschubs abhängt. Nimmt man z. B. an, dass die Schläge mit gleicher Kraft erfolgen und dass der Vorschub konstant ist, so ist auch der Ablenkungs- oder Biegewinkel konstant, also die Krümmung eine Kreislinie, welche aus Elementen der elastischen Linie zusammengesetzt ist, und deren Durchmesser mit der absoluten Grösse des Schlages in einem umgekehrten Verhältniss steht, weil der kraftvolle Schlag einen kleineren Krümmungshalbmesser hervorbringen muss als der sanfte.

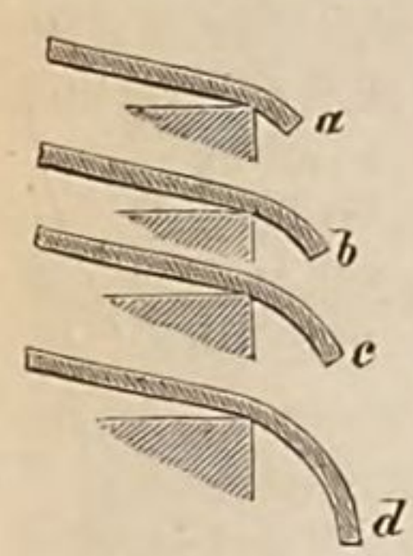


Fig. 224.

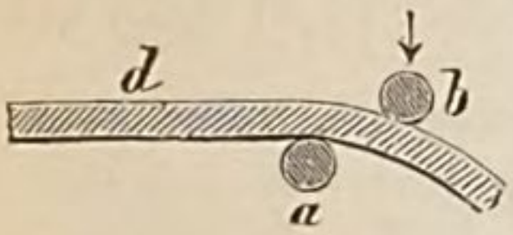


Fig. 225.

Es ist leicht zu erkennen, dass an dieser Manipulation nichts geändert wird, wenn man eine Unterlage a, Fig. 225, nimmt und einen festen Körper b in der Pfeilrichtung gegen den Stab drückt, oder wenn a und b festliegen und man den Stab bei d abwärts bewegt. Liegt dahingegen der Stab auf zwei Stellen bei a und b, Fig. 226, auf und erhält zwischen a und b von oben einen Schlag oder eine sonstige vertikale Krafteinwirkung, so biegt er sich ebenfalls nach einer elastischen Linie, deren Pfeil unter sonst gleichen Umständen ebenfalls von der Grösse der durchbiegenden Kraft abhängt. Schiebt man sodann den Stab weiter, z. B. um eine Entfernung a b, so entsteht eine neue Biegung, welche der ersteren mathematisch gleich ist. Wiederholt man Vorschub und Druck in derselben Weise wie oben, so bildet sich desgleichen eine kontinuirliche Krümmung aus, welche bei konstantem Biegungswinkel ebenfalls eine Kreiskrümmung wird. Der Radius dieses Kreises ergibt sich sodann aus den Beziehungen zwischen der Pfeilhöhe c d und der Sehne a b, indem zunächst der Winkel

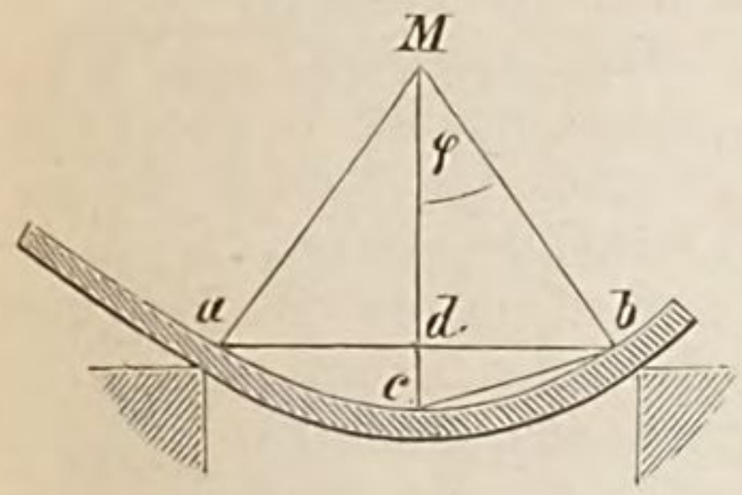


Fig. 226.

$$c\,b\,d = \tfrac{1}{2}\,c\,M\,b = \tfrac{1}{2}\,\varphi$$

ist, woraus folgt $\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2} = \frac{c\,d}{d\,b}$,

so dass der Winkel φ durch das Verhältniss der Pfeilhöhe zu dem halben Abstand der beiden festen Punkte a und b bekannt ist. Mit Hülfe dieser bekannten Grösse ist also auch der Krümmungshalbmesser $M\,b = r$ bestimmt durch die Bezeichnung:

$$r = \frac{a\,b}{2 \sin \varphi}.$$

Es erfordert viel Uebung, das Biegen nach den oben entwickelten Prinzipien vermittelst Hammerschläge in solcher Weise zu vollziehen, dass eine bestimmt vorgeschriebene Figur entsteht, weil die Grösse der Durchbiegung von der Kraft des Schlages oder der Grösse des Druckes und von dem Material abhängt, insofern als z. B. Holz nur kurze Biegungen zulässt und auch nur dann, wenn es sehr dünn ist, weil bei dicken Stücken

leicht die Festigkeitsgrenze überschritten wird. Daher ist es in vielen Fällen nicht nur nützlich, sondern nothwendig, die Biegung über einer Unterlage, welche die Gestalt des gebogenen Arbeitsstückes besitzt, und dann wie bei Holz auf allen Stellen der Länge zu gleicher Zeit vorzunehmen.

Wie in solchen Fällen die Amboskante zum Biegen im rechten Winkel, das runde oder viereckige Horn oder das Sperrhorn zum Rund- und Viereckig-Biegen und verschiedene andere Unterlagen (Umschlagmeissel, Bördeleisen u. s. w.) dienen können, bedarf keiner Erläuterung.

Desgleichen ist leicht begreiflich, wie man durch Umlegen oder Umschlagen einer Stange oder eines Blechstücks um einen runden viereckigen oder anders gestalteten Körper (Dorn, Mandrin, *Mandrel*, *Triblet*) Biegungen oder eine Ausbildung bereits vorgebogener Stücke hervorbringen kann, weil diese Art der Biegungen sich sämmtlich auf den in Fig. 224, S. 183 erläuterten Vorgang zurückführen lassen.

Das in Fig. 225, S. 183 dargestellte Prinzip der Biegung führt naturgemäss zur Anwendung einer Druckkraft, welche in zweierlei Weise thätig gemacht werden kann: durch Bewegung des Arbeitsstückes oder durch Bewegung des festen Gegenstandes b[1]). Da in beiden Fällen die Wirkung dieselbe ist, so genügt es hier, die zweite gebräuchlichste Wirkungsart: die Bewegung des Stückes b näher zu betrachten. —

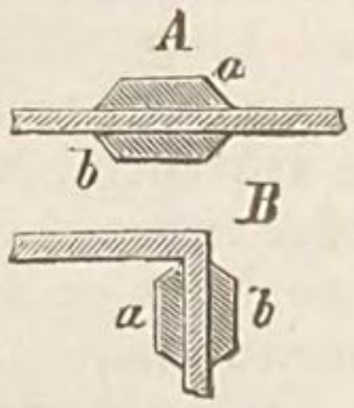


Fig. 227.

Liegt, Fig. 227 A, das Arbeitsstück zwischen zwei Backen a und b und dreht man diese um 90° in die zweite Lage B, so ist das Arbeitsstück im Winkel von 90° gebogen, nachdem es alle Winkelbiegungen von 0° bis 90° durchgemacht hat. Sind dann die Backen noch unter 45° abgeschrägt, so lassen sich mit dieser Vorrichtung Winkelbiegungen zwischen 0 bis 135° machen u. s. w. Die Backen einer Flachzange, eines Schraubklobens, eines Schraubstockes etc. (S. 49) können daher ohne Weiteres als biegende Werkzeuge angesehen werden.

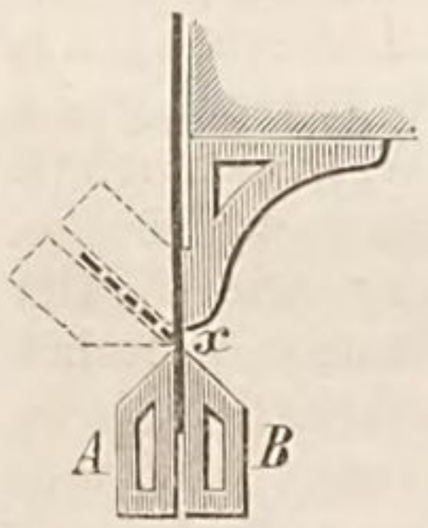


Fig. 228.

Eine Modifikation der Backen tritt ein, wenn die Biegungen längs langer Strecken auf einmal erfolgen sollen, wie z. B. beim Umbiegen von Blechkanten. Der eine Backen verwandelt sich, Fig. 228, in zwei Lineale A B, welche das Blech zwischen sich fassen und durch Umbiegen in die punktirte Lage und Andrücken gegen ein festes Stück C überbiegen (bördeln, falzen, abbiegen, Border, *Burr-up*, *Border*). Der sicheren Führung und Handhabung wegen werden die Lineale so angeordnet, dass sie sich gemeinschaftlich um Zapfen drehen, die in der Drehachse bei x liegen (Abbiegmaschine).

Eine zweite Modifikation besteht darin, dass man die Biegekanten der Backen nicht winklig kantig, sondern rund (nach Zylinderabschnitten) formt, um Rundbiegungen hervorzubringen. Nach Art der Zangen ausgeführt, entstehen so zunächst die Rundzangen (Biegezangen, Pincettes rondes, *Round plyers*, *Round nose-plyers*), Fig. 229, S. 185, die sich von den Flachzangen nur durch die Beschaffenheit der Backen unterscheiden, wie die Querschnitte a, b, c ergeben. — Wenn man auch hier statt der Backen Lineale mit runden Kanten anwendet, so erhält man eine Bieg-

1) Polyt. Centr., 1864. S. 1121.

maschine, welche runde Kanten (Umschlag) abbiegt (Umschlagmaschine). Als eine Varietät dieser Umschlagmaschine ist diejenige anzusehen, bei der zwar winklige Kanten vorhanden sind, die aber nach dem in Fig. 224, S. 183 erklärten Prinzip Rundbiegungen von beliebigem Radius anzufertigen im Stande ist, wie Fig. 230 zeigt, wobei zur Erklärung die Bemerkung genügt, dass die beiden Theile a b (Spannbacken) das Arbeitsstück halten, während die um der Ecke d drehbare Biegebacken c durch Auf- und Niederschwingen die Biegung veranlasst. — Durch abwechselnde Benutzung dieser Vorrichtungen kann man die mannigfaltigsten Biegungen (Gesimse etc.) erzeugen.

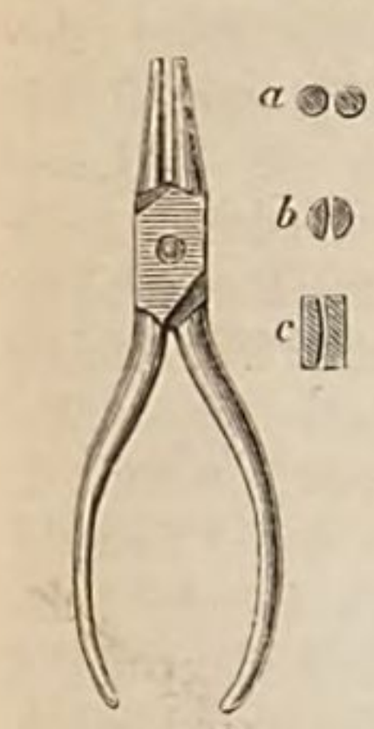


Fig. 229.

Um die Rundbiegungen zu einem vollen Kreis (Zylinder) möglich zu machen, sog. Wulste zu bilden, wird das Blech um einen massiven, durch eine Kurbel gedrehten Stahlzylinder herumgebogen (Wulstmaschine), der aber wegen des geringen Durchmessers gegen die Durchbiegung geschützt werden muss, wodurch sich die Konstruktion Fig. 231 erklärt.

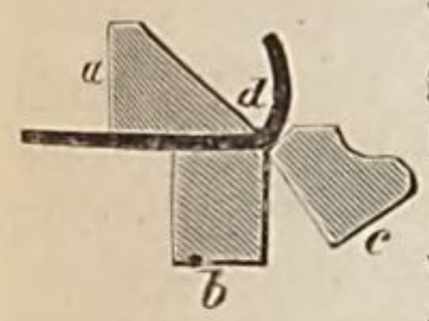


Fig. 230.

Das Biegen um einen Dorn oder eine Form muss, wie schon oben bemerkt wurde, in einzelnen Fällen so stattfinden, dass die biegende Kraft an allen Stellen zugleich in Wirkung tritt. Das kann nun am einfachsten dadurch hervorgerufen werden, dass man den zu biegenden Körper zwischen zwei Formen (eine innere und eine äussere) bringt und nun beide Formen gehörig durch Pressen, Schraubzwingen etc. zusammenpresst oder sie auch wohl durch Stoss gegen einander führt. — Diese Methode des Biegens hat daher grosse Verwandtschaft mit dem Pressen und dem Ziehen im Seckenzug, so dass hier der Uebergang zwischen der Formgebung durch Dichtung und Streckung und derjenigen durch Biegung liegt. — Besonders erwähnt zu werden verdient hier nur die Biegung des Holzes, weil dabei zugleich die grosse Federkraft dieses Materials deshalb in Frage kommt, weil sie vernichtet werden muss, wenn das Holz nach der Biegung auch die entstandene Gestalt behalten soll. Da das Holz in der Wärme und bei einem grossen Wassergehalt (S. 39) am biegsamsten ist, so wird dasselbe gehörig feucht und warm zwischen ebenfalls angewärmte Formen (aus Gusseisen, Holz etc.) gebracht. Darauf werden die Formen (Zulagen) vermittelst Schrauben- oder anderer Pressen oder Gewichte allmählich zusammengedrückt und sodann das Holz in diesem gepressten Zustande so lange erhalten, bis es gehörig ausgetrocknet ist, wo die Federkraft gewöhnlich genügend nachgelassen hat. Als Beispiel einer Holzbiegpresse mag die unten verzeichnete genügen, welche zum Pressen von hölzernen Radreifen aus einem Stück dient [1]).

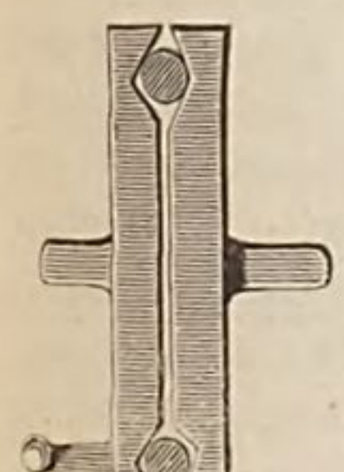


Fig. 231.

Der Vorgang, der durch Fig. 226, S. 183 verdeutlicht ist, zeigt einen anderen Weg zur Hervorbringung von Biegungen, namentlich von solchen, die nach Kreislinien erfolgen sollen. In diesem Falle ist es ja nur nöthig, den Pfeil zu begrenzen, weil dann bei konstanter Entfernung a b der Kreisdurchmesser ebenfalls bestimmt ist. — Legt man z. B. zwei Eisenstücke

1) Romberg, Zeitschr., 1858. Taf. 26.

auf den Ambos und darüber eine Stange und schlägt auf die Stange, so, dass sie bei jedem Schlag die Ambosbahn berührt, dann entsteht, wenn die Stange zugleich vorwärts geschoben wird, ein kreisförmiger Ring (Herstellung der eisernen Wagenradreifen, Tonnenbänder etc.), dessen Durchmesser durch die Entfernung und Höhe der Klötze gegeben ist. — Eisenbahnschienen, die zur Herstellung von Bahnkurven gebogen werden müssen, erhalten oft diese Biegung auf einer Maschine, die nach demselben Prinzip gebaut ist und bei welcher der Druck durch eine Schraube in Verbindung mit einem Kniehebel hervorgebracht wird. Das Wesentlichste dieser Maschine ist ein Parallelogramm aus vier starken Eisenstangen, welche in den vier Eckpunkten gelenkartig zusammensitzen. Durch das Parallelogramm geht diagonal eine Schraube, welche auf der halben Länge linksgängig und auf der anderen Hälfte rechtsgängig ist und in den Eckpunkten des Vierecks entsprechende Muttern besitzt. Diese Schraube wird durch einen Schlüssel gedreht und in Folge dessen eine Verlängerung und Verkürzung beider Diagonalen und demnach eine Druckäusserung hervorgebracht [1]).

Da es übrigens für den Erfolg ganz gleichgültig ist, ob die durchbiegende Kraft durch einen Schlag oder durch einen festen Widerstand bei c, Fig. 232, erzeugt wird, so kann man einen Stab etc. auch dadurch rund biegen, dass man ihn über die beiden Stützen a und b und unter c durchschiebt. Dadurch aber wird wieder eine Stetigkeit der Kraftäusserung, also der Arbeit erzeugt, deren Nutzen noch grösser wird, wenn man die drei festen Stützen a b c als Walzen oder Rollen anordnen und demnach die gleitende Reibung in eine rollende verwandeln und durch Drehung der Walzen kontinuirliche Bewegung hervorbringen kann. — Deshalb gehören diese Walzenbiegmaschinen (Biegewalzwerk, Machine à cintrer, *Bending machine* [2]) zu den brauchbarsten und verbreitesten Apparaten dieser Art. Obwohl sie eben sowohl konstruirt werden zum Biegen dünner Bleche (zu Dachrinnen etc.) und dicker Bleche (Kesselbleche und Panzerplatten) als zum Biegen von Draht, dünnen Stäben (zu Radreifen, Federn etc.) und starken Stäben (Tyres, Eisenbahnschienen etc.) so beruhen doch alle Konstruktionen auf dem Prinzip, das der Blechbiegmaschine Fig. 233, zu Grunde liegt. Das Blech wird von den beiden Walzen a b gefasst und gegen die dritte Walze (Biegewalze) c geschoben und also hier konstant abgelenkt. Von den Zufuhrwalzen erhält die eine bei kleinen Maschinen durch eine Handkurbel, bei grossen durch Vorgelege und Riemenbetrieb eine Drehung, während die andere durch Reibung oder Zahnräder mitgenommen wird. Um ihre Stellung den verschiedenen Blechdicken anzupassen, wird die Walze b verschoben und zwar entweder durch ein exzentrisches Lager oder durch Druckschrauben in ähnlicher Weise wie oben bei den Walzen Fig. 212, S. 176 näher erörtert ist. Ebenso ist die Biegewalze c verstellbar anzuordnen um beliebig grosse Biegungen vornehmen zu können. Diese Ver-

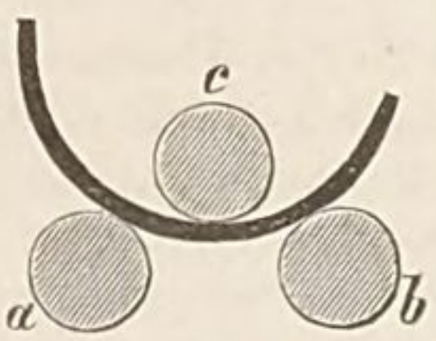


Fig. 232.

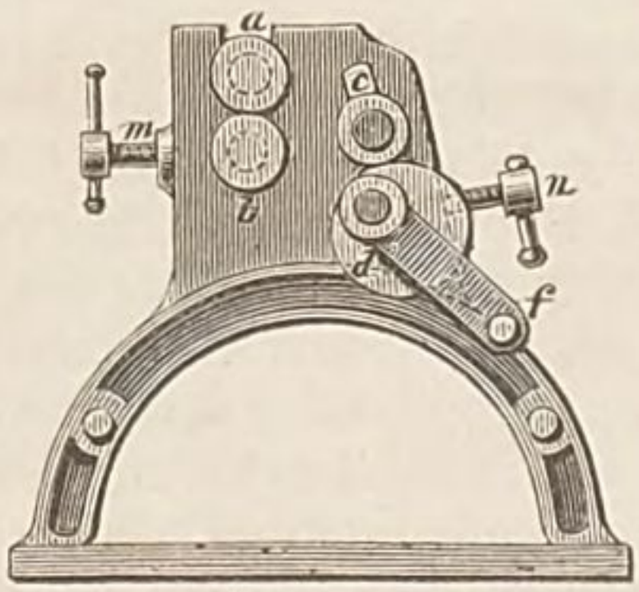


Fig. 233.

1) E. Schrabetz, Neuer patent. Schienenbiegapparat, Wien, 1874. 2) Polyt. Centralbl., 1864. S. 1120; 1871. S. 290.

stellung geschieht durch eine exzentrisch sitzende runde Scheibe d, auf welcher das Lager der Walze c liegt und die, je nach ihrer durch den Hebel f hervorgebrachten Lage, die Walze c höher oder niedriger festlegt. Um beide Lager gleichzeitig und gleichmässig verstellen zu können, werden die Hebel beider Lager durch eine Stange mit einander verbunden. Die Walze a kann ferner ausgehoben werden, um rohrartig zusammengebogene Bleche leicht herunterzuschieben. Die Druckschrauben m und n bewirken die Feststellung der exzentrischen Scheiben, auf welchen die Walzenlager ruhen, um eine unbeabsichtigte Verstellung zu verhindern.

Bei stärkeren Blechen ist eine sog. Vorbiegwalze d, Fig. 234, die ebenfalls verstellbar angeordnet sein muss, zur leichteren Einführung des Arbeitsstückes und zur Beschleunigung der Arbeit nützlich. — In dieser Figur ist auch die Verstellung der Walzen vermittelst Schrauben ersichtlich, welche nebenbei den Vortheil hat, dass man durch verschiedene Stellung der zwei Schrauben die Biegewalze schräg legen kann, wodurch bei der Biegung ein Kegelmantel hervorgebracht wird.

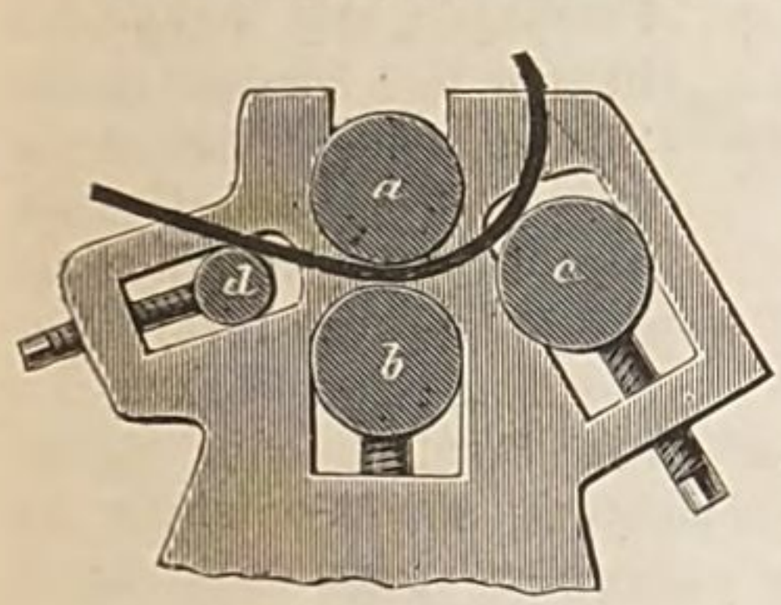


Fig. 234.

In denjenigen Fällen, wo Arbeitsstücke, welche durch eine Walzenbiegmaschine rund gebogen werden sollen, bestimmte Profile haben, z. B. Eisenbahnschienen, Winkeleisen etc., müssen auch die Biegewalzen solche Profile bekommen, also mit einem Kaliber versehen sein [1]).

Die Durchmesser der Biegewalzen richten sich nicht nur nach der Grösse des Krümmungshalbmessers, sondern besonders auch nach der Blechdicke. Zum Biegen von Kesselblech beträgt die Dicke der Walzen etwa 0,3 m. Ihre Länge ist nicht grösser als die Breite der Blechplatten, also durchschnittlich gleich 2,5 m. — Nach den Versuchen von Hartig [2]) ist die Formel

$$A = \alpha \frac{h}{\varrho} V \text{ mkg.}$$

worin h die Blechdicke und ϱ den Krümmungshalbmesser in mm., V das Volumen in cbmm. und α ein Koeffizient bedeutet, für die Angabe über den Verbrauch an Nutzarbeit zur Biegung einer graden Tafel zu einem Zylinder, zu benutzen. Hierbei ist sodann

$\alpha = 0{,}75$ für kaltes Schmiedeisen,
$\alpha = 0{,}10$ für rothwarmes Schmiedeisen

gefunden worden.

Seite 172 ist die Methode angedeutet, nach welcher Blechstreifen in einem Seckenzug nach einem Querprofil, das in den Druckbacken vorhanden ist, gebogen werden können. Verwandelt man nunmehr diese Druckbacken in Druckwalzen und setzt letztere in Drehung, so erreicht man ausser dem Vortheil, den die Drehbewegung der schleifenden gegenüber überhaupt besitzt, auch noch den, dass man bereits zylinderförmig gebogene Bleche auch noch querbiegen kann, weil man einen solchen Zylinder zwischen zwei Walzen einzulegen im Stande ist, wie ohne weitere Erklärung aus Fig. 235, S. 188 hervorgeht, wo die Unterwalze b eine rundum

1) Dingler's Journal, Bd. 106, S. 5. 2) Hartig, Leistung von Werkzeugmasch., Leipzig, 1873. S. 222.

laufende Rinne und die Oberwalze a einen entsprechenden Ring besitzt, der das Blech des Hohlzylinders c in die Rinne eindrückt. Zur Hervorbringung der Drehung ist ein machinales Organ nothwendig, welches in einer Kurbel, seltener in Riemscheiben, mit Zahnräderübersetzung besteht. Die auf solche Weise entstehende Maschine zur Formänderung nach dem Begriff des Biegens heisst Bördel- oder Sickenmaschine (auch Gesimswalzenwerk, *Swaging machine*) wegen ihrer Verwendung zur Erzeugung von Bördeln oder Sicken und Gesimsen [1]). Aus Fig. 236 geht die Einrichtung einer solchen Maschine hervor. Die Façonwalzen a b, welche paarweise zusammengehören, stecken auf parallelen Wellen a c und b d, die bei c und d Zahnräder tragen, um das Mitnehmen zu sichern, wenn in Folge der Umdrehung der Handkurbel K sich die Welle a c dreht. Die Oberwelle wird durch eine Feder nach oben und durch die Druckschraube m nach unten gedrückt, so dass sowohl ein Einstellen als ein allmähliches Herunterstellen der Scheibe a gegen b möglich wird. Zwischen den freistehenden Wellen befindet sich bei o ein durch die Schraube s festzustellendes Lineal, um eine sichere Führung zuzulassen.

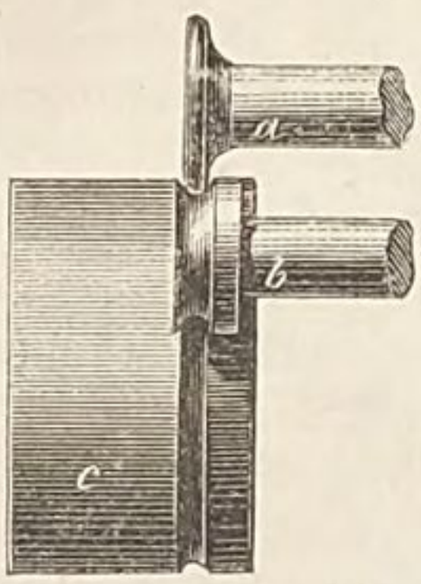


Fig. 235.

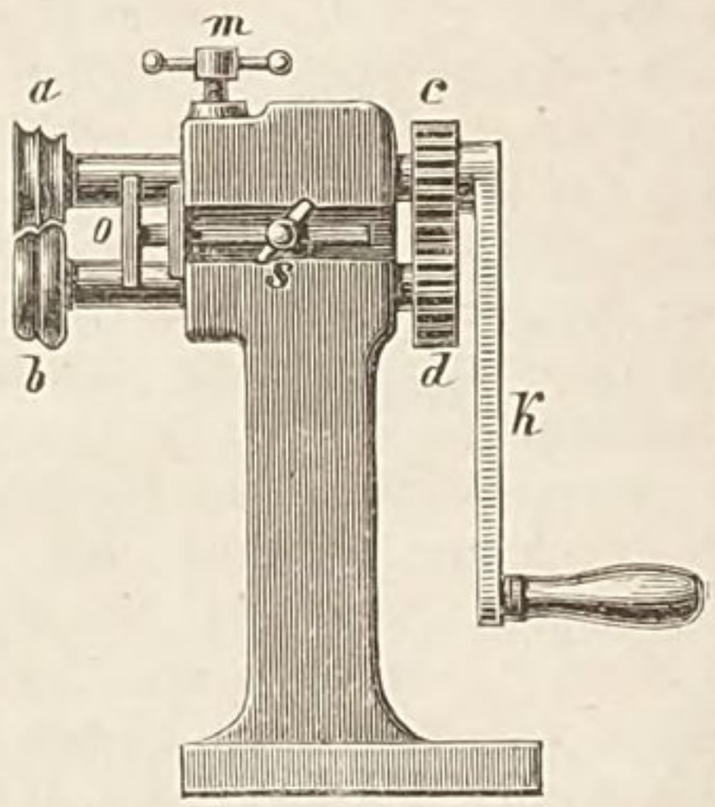


Fig. 236.

III. Von den wichtigsten auf der Dehnbarkeit der Körper beruhenden Arbeiten.

A. Schmieden.

Eine der wichtigsten Arbeiten, welche mit Hülfe der vorbeschriebenen Werkzeuge und mechanischen Vorrichtungen vollzogen wird, ist die Formgebung des Schmiedeisens und Stahls in der Glühhitze, welche das Schmieden (Forger, *Forge*) im engern Sinne genannt wird. — Der Zweck des Schmiedens ist die Hervorbringung von Gestalten und Formen, welche wenig Nacharbeit zur Vollendung bedürfen, oder die Erzeugung solcher Formen, welche erst durch weitere Ausarbeitung zu bestimmten Gegenständen umgebildet werden sollen (Vorformen).

Während die ausgearbeiteten Gegenstände eine ausserordentlich grosse Mannigfaltigkeit darbieten, sind die Vorformen höchst einfacher Natur, gewöhnlich nur Stäbe oder Platten, so dass ihre Herstellung hier umsomehr übergangen werden kann, als sie nur ausnahmsweise durch Schmieden, in der Regel durch Walzen stattfindet.

Die erste Arbeit beim Schmieden besteht in der Erwärmung des Metalls. Dazu bedient sich der Schmied des Schmiedefeuers, S. 135, das er in der Esse durch Anblasen mit dem Blasebalg etc., S. 133, unterhält, und für grosse Arbeitsstücke eines Glühofens (Schweissofens). Das in das

---

1) Dingler's Journ., Bd. 164. S. 408. — Polyt. Centr., 1850. S. 71. — Jobard. Bulletin, Tom. 42. S. 211. — Hütte, 1861. Taf. 13.

Feuer geschobene Eisen wird bis zur lebhaften Rothglühhitze oder zur schwachen Weissglühhitze, und nur in dem Falle, wo man Stücke durch Schweissen vereinigen will, zur starken Weissglühhitze (Schweisswärme, Schweisshitze, Chaude suante, Blanc soudant, *Welding heat*) erhitzt. Den Stahl darf man nie so stark als Eisen erhitzen, weil er sehr leicht verbrennt und schlecht wird. — In diesem Zustande wird das Metall auf den Ambos gebracht und nun so lange bearbeitet, bis die Wärme bis zur Dunkelrothglut abgenommen hat. Darauf folgt, wenn das Arbeitsstück noch nicht fertiggeschmiedet ist, eine neue Erwärmung (Hitze, Chaude, *Heat*) u. s. f. bis zur Vollendung.

Bei jeder Hitze findet eine Oxydation des Eisens Statt, welche einen beträchtlichen Eisenverlust durch die Bildung und das Abspringen von Eisenoxydul (Hammerschlag, Glühspahn, Mâchefer, *Slag*, *Slack*) zur Folge hat. Dieser Verlust richtet sich nach der Zahl der Hitzen und beträgt in gewöhnlichen Fällen 6 bis 10 Prozent, kann aber bis zu 20 Prozent und mehr steigen. Indem mit der Zahl der Hitzen ausserdem auch der Kohlenverbrauch wächst (der in gewöhnlichen Fällen 70 bis 90 Prozent des Eisens beträgt aber auch oft auf 100 bis 150 Prozent steigt), ist es eine Hauptaufgabe des Schmiedes mit möglichst wenig Hitzen die Arbeit zu vollenden.

Die Erfüllung dieser Aufgabe hängt zum grössten Theil von der Geschicklichkeit des Arbeiters, sodann aber auch von der Auswahl der Nebenwerkzeuge ab, die ihm zu Gebote stehen. — Das Eisen wird auf dem Ambos liegend entweder von dem Schmied allein mit dem Handhammer oder, je nach der Grösse des Arbeitsstückes, mit Zuhülfenahme eines oder mehrerer Hülfsarbeiter (Zuschläger, Frappeur, *Striker*) mit dem Zuschlaghammer oder bei den grösseren Stücken unter dem mechanischen Hammer in der Weise ausgeschmiedet, dass es durch Drehen, Wenden und Verschieben dem Hammer so zugeführt wird, dass die Schläge nach dem Grade der gewünschten Deformationen auf die einzelnen Stellen einwirken, wobei die Schmiedezangen S. 49 zum Anfassen dienen, wenn der Arbeitsgegenstand nicht von einer längeren, in der Hand zu haltenden, Stange abgeschmiedet wird. — Trotzdem bei dieser Arbeit durch den Wechsel im Gebrauch der Hammerfinne und der Hammerbahn eine sehr grosse Verschiedenartigkeit in der Form erzielt werden kann, so lässt sich doch die Formgebung auf 4 Hauptoperationen zurückführen:

1) Das Strecken (Ausstrecken, Étirer, *Drawing down*). Durch Aufschlagen mit der Hammerfinne verbreitert (streckt) sich das Eisen rechtwinklig zur Finne, so dass man durch diese Arbeit eine Verdünnung und Verbreiterung jeder Art hervorbringen kann (Abfinnen, Amorcer, *Scarfing*).

2) Das Stauchen (Refouler, *Jumping, Up-setting*). Wird ein Eisenstück an einer Stelle genügend erhitzt und in der Längenrichtung gestossen, entweder indem man mit dem Hammer gegen das Ende schlägt, oder indem man das Eisenstück gegen den Ambos oder einen in den Fussboden eingelassenen Stein stösst, so wird es sich an den glühend gemachten Stellen verdicken (stauchen). Dieses Mittel ist, wenn es vorsichtig gehandhabt wird, sehr fruchtbar bei der Bildung aller Arten Wulste, Ringe, Köpfe etc. Nur muss man nicht versäumen, die leicht entstehenden Kantenrisse durch Ueberschmieden wieder zu entfernen. Nagel-, Niet- und Schraubenköpfe werden gewöhnlich durch Anstauchen hervorgebracht.

3) Das Schmieden in Gesenken S. 165. Das letzte Ueberarbeiten bei solchen Gestalten, welche nicht wohl mit dem einfachen Hammer vol-

lendet werden können, findet in Gesenken oder unter Gesenken, wozu auch die Setzhämmer S. 164 (zum Ansetzen) gerechnet werden können, Statt, deren Zahl mitunter sehr gross ist und die oft Spezialnamen erhalten:

Rundgesenk (Étampe ronde, *Rounding tool*). Dieses Gesenk besteht aus einem halb zylindrisch ausgehöhlten Unter- und Obergesenk und dient zum Ausschmieden glatter, runder Stangen (wie dies früher besonders zur Herstellung des Rundeisens unter Wasserhämmern üblich war), der Achszapfen an Wagenachsen (Fig. 202) etc. Das Untergesenk allein wird zur Ausbildung halbrunder Gestalten (z. B. Feilen) gebraucht, deren flache Seite durch die Hammerbahn gebildet wird.

Schlüsselgesenk. Dieses Gesenk bildet an dem roh vorgeschmiedeten Schlüssel den Ring (Raute), das Rohr mit der wulstförmigen Verstärkung (Gesenk) und den Bart aus.

Nageleisen (Clouyère, Cloutière, *Heading tool, Bolt-header*). Das Nageleisen ist eine Unterlage zur Ausbildung des Kopfes an einem Nagel, einer Schraube etc. Dasselbe besteht, Fig. 237, aus einem längeren mit Stahl belegten Eisenstück, das mit der Hand gehalten wird oder durch das Eigengewicht auf dem Ambos festliegt und ein oder mehrere Löcher o enthält, welche oft an der oberen Kante ein Gesenk (versenktes Nageleisen) bilden, in welches der vorgearbeitete Nagel- oder Schraubenkopf glühend eingesteckt und durch Hammerschläge eingetrieben wird. Je nach dem Lochquerschnitt unterscheidet man runde, viereckige (quadratische) und flache Nageleisen. — Soll der Kopf oben noch besonders ausgebildet werden, so wird noch ein Stempel (Kopfstempel, Kopfgesenk, Estampe) zu Hülfe genommen.

Fig. 237.

Zur Herstellung von Schraubenmuttern, Schraubenköpfen, Schienennägeln und ähnlichen oft anzufertigenden Schmiedestücken wird zweckmässig ein Schlagwerk S. 166, eine Schmiedemaschine S. 160 oder ein Tritthammer (Fig. 186, S. 148) angewendet. Das Gesenk wird dann, wie das in Fig. 238 gezeichnete Schienennageleisen erkennen lässt, mit einem Vorsprung ab, unter dem Hammer in den Ambos eingesetzt.

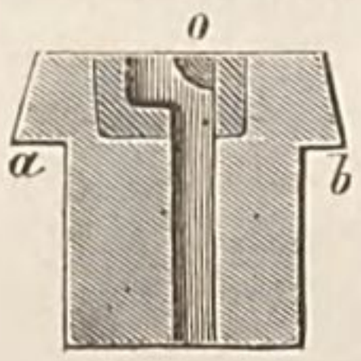


Fig. 238.

4) Das Biegen und Schmieden über dem Dorn. Winkelige Biegungen werden erzeugt, indem man das Arbeitsstück um die Amboskante oder um das viereckige Horn herumschlägt; und runde Biegungen über dem runden Amboshorn, oder über einem zylindrischen oder kegelförmigen Eisenstück (Dorn, Mandrin, *Mandrel*). Das Weiterausschmieden eines runden Ringes kann nur auf einer eben solchen Unterlage stattfinden (Schmieden über dem Dorn), indem man die Aussenfläche bearbeitet. — Besondere Biegungen fordern mitunter eigenartige Einrichtungen, z. B. die 8förmigen Glieder zu einer Kette werden über der Sprenggabel (Griffe, *Double set*) gebogen. Man versteht darunter einen kleinen Klotz, welcher mit einem Zapfen in das Ambosloch gesteckt wird und auf der Oberfläche mit zwei zylindrischen Zapfen ausgestattet ist, um die nun der Eisenstab Sförmig herumgebogen wird. — Ueber das Biegen grosser Stücke ist bei den Biegmaschinen schon das Nöthige gesagt.

B. Treiben.

Die Bearbeitung eines Bleches durch Hammer und Ambos in der Weise, dass daraus schalenartige oder ähnliche Vertiefungen entstehen, wird das Treiben (Hämmern, Schlagen, Martelage, *Hammering*) genannt. Es

beruht auf der oben erklärten Erscheinung, dass ein kräftiger Hammerschlag auf ein Blech geführt, an der Schlagstelle eine Beule hervorbringt, und dass eine Reihe solcher Beulen, je nach ihrer Grösse und Vertheilung, grössere Flächen aus der Ebene verdrängen und muldenförmig ausdehnen muss. Geschieht nun diese Muldenbildung in der Ausdehnung der Mittelpartien eines Blechstückes, so heisst die Arbeit das Auftiefen (Emboutir, *Chase*), geschieht sie aber in der Weise, dass man die Randpartien durch Schlagen aus der Ebene heraushebt (wodurch derselbe Zweck erreicht wird), so nennt man die Arbeit Aufziehen (Relever, *Raise*) oder Schweifen, Ausschweifen, wenn nur der Rand bearbeitet wird, um ein Gefäss vasenförmig zu erweitern. Wie man durch Kombinirung des Auftiefens mit dem Aufziehen und Schweifen und Zuhülfenahme der verschiedenartigen Hämmer und Ambose (Stöcke) die mannichfaltigsten Gestalten hervorzubringen vermag, zeigen namentlich die Arbeiten des Kupferschmiedes und des Gold- und Silberarbeiters, welche letztere namentlich auch noch die verschiedenartigsten Punzen zu Hülfe nehmen.

C. Drücken.

Mit dem Treiben nahe verwandt ist diejenige Formveränderung, welche nicht durch nahe an einander gereihte Schläge mit Hämmern etc., sondern durch einen nach einer Linie fortschreitenden Druck hervorgebracht wird, in Folge dessen sich das Arbeitsstück (aus Blech) an eine Form anschmiegt, und Drücken (Rétrendre, Repousser, *Spinning, Burnishing*) heisst. Das Blech wird zu dem Zwecke über eine Form (Futter, Modell, Mandrin, Emprunt, *Mould*, *Chuck*) gespannt oder in der Mitte derselben befestigt, mit dieser Form in eine drehende Bewegung versetzt und dann durch andrückende Werkzeuge aus Stahl (Drückstähle, Outil à repousser, *Burnisher*) entweder in das Modell eingedrückt (Drücken im engeren Sinne) oder über das Modell herumgelegt (Aufziehen).

Die Modelle werden theils von hartem Holz (Weissbuchen, Pockholz, Buchsbaumholz), theils von Metall, und bei Hohlgefässen von bauchiger Beschaffenheit nach denselben Regeln aus mehreren Stücken hergestellt, wie auf Seite 101 für die Metallkerne hohler Gussformen angeführt ist. Sie erhalten ihre Drehung durch eine horizontale (Drehbank-) oder vertikale Spindel, mit der sie durch eine Schraube (Fig. 239) a, wie ein Drehbankfutter verbunden werden. Die Blechplatte b, welche in die Hohlform eingedrückt werden soll, wird zuerst so lange von einer Scheibe c durch eine Zentralspitze d gegen die Form gepresst, bis der Rand e derselben so weit in eine Furche des Modells eingedrückt ist, dass das Blech wie ein Trommelfell aufgezogen erscheint und nicht abgleiten kann. Indem dann die Platte c weggenommen und der Stahl allmählich von der Peripherie zum Mittelpunkte oder umgekehrt fortschreitend gegen das Blech gedrückt wird, während dieses sich dreht, presst es sich in die Form ein. — Ist das Modell konvex statt konkav und sollen also überstehende Theile aufgezogen werden, so wendet man zweckmässig auf jeder Blechseite einen Druckstahl an, weil dann die Bildung von Runzeln nicht zu befürchten ist.

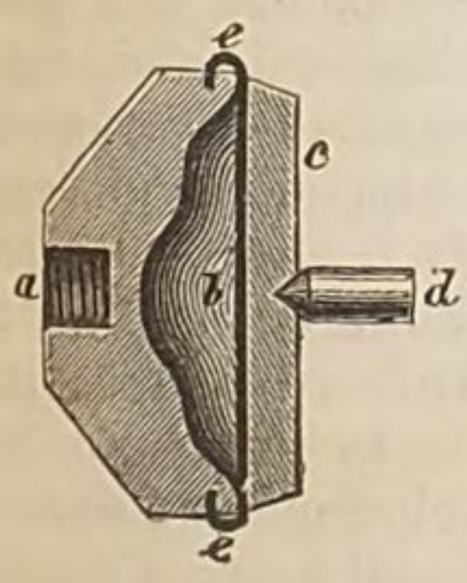


Fig. 239.

Die Drückstähle sind kurze, gehärtete, angelassene und polirte Stahlkörper von verschiedener Form, aber immer mit abgerundeten Kanten versehen, die beim Gebrauch in kurzen oder langen Heften (zum Auflegen

auf die Schulter oder zum Festhalten unter dem Arm), seltener im Drehbanksupport sitzen. Die Blechoberfläche wird mit Fett oder Seifwasser schlüpfrig erhalten. — Manche Abweichungen entstehen oft durch das Arbeitsstück, z. B. bei der Befestigung, wenn dasselbe in der Mitte ein Loch hat, durch welches eine Schraube in's Modell gezogen werden kann; oder wenn es seiner grossen Vertiefung wegen aufgezogen und gedrückt wird, oder eine Reihe von Formen verlangt, welche nach und nach in die verlangte übergehen. — Mitunter kann es nützlich sein, statt der Drückstähle kleine Stahlräder anzuwenden, namentlich, z. B. wenn rohrartige Gefässe auf der Oberfläche herumlaufende Wulste erhalten sollen [1]). — Wenn das Modell unrund ist und seine Achse sich dieser Figur entsprechend bewegt, so entstehen auch unrunde (ovale etc.) Arbeitsstücke. — (Siehe später Drehbank.)

D. Fabrikation von Draht [2]).

Zur Erzeugung von Draht ist jedes Metall geeignet, welches einen genügenden Grad von Dehnbarkeit (Ziehbarkeit) besitzt. Darum erstreckt sich die fabrikmässige Herstellung von Draht fast auf sämmtliche Metalle, namentlich auf Eisen, Stahl, Kupfer, Gelbkupfer, Neusilber, Blei, Gold, Silber und Platin, weil diese Metalle in Drahtform vielfach Verwendung finden.

Die Querschnittsform des Drahtes ist in der Regel zwar rund, aber ausserdem sehr mannigfaltig. Jeder Draht, dessen Querschnitt vom Kreise abweicht, heisst Dessin-, Façon- oder Formdraht (Fil façonné, *Special wire*). Die gebräuchlichsten Querschnittsformen sind viereckig (quadratisch), flach, trapezförmig, dreieckig, halbrund.

Für spezielle Zwecke erhält der Draht oft besondere Querschnitte und dem entsprechend besondere Bezeichnungen. — Splintdraht von halbrundem Querschnitt zur Anfertigung von Vorstecksplinten. — Schwalbenschwanzdraht von keilförmigem Querschnitt in der Uhrmacherei gebräuchlich. — Sperrkegeldraht vom Querschnitt kleiner Sperrkegel, so dass jeder Abschnitt einen kleinen Sperrkegel bildet. — Sammtnadeldraht von herzförmigem Querschnitt zur Anfertigung der Sammtnadeln. — Brillendraht von Mondsichelform zur Einfassung von Brillengläsern. — Eine besondere Gattung von Façondraht hat die Bestimmung, wie der Sperrkegeldraht, durch kurze Abschnitte gewisse Bestandtheile in der Uhrmacherei, bei der Anfertigung von Druckformen in der Kattun-, Tapeten-, Notendruckerei zu liefern. Dahin gehören der Triebdraht (Fil à pignon, *Pinion-wire*), dessen Querschnitt einem Zahnrädchen mit 6, 7, 8, 10 oder 12 Zähnen gleicht und wovon abgesägte Scheibchen Zahnrädchen sind; Draht von dem Querschnitt der Musiknotenzeichen (Notendraht), der Sternchen, Blümchen, Blätter, Stengeln u. s. w., welcher in kurze Enden zerschnitten wird, die in die Form eingeschlagen Notenplatten, und durch ihre Zusammenstellung die kleinen Figuren der Druckformen für Kattun, Buntpapier, Tapeten etc. bilden.

Der Draht wird entweder durch Ziehen, Walzen (Walzdraht) oder Pressen (nur bei Blei und Zinn) hergestellt. — In allen Fällen bedarf das Material insofern einer gewissen Vorbereitung, aIs es vor der Verarbeitung in eine passende Form gebracht werden muss, was je nach dem Material durch Giessen, Schmieden, Walzen oder durch Abschneiden schmaler Streifen

---

1) Dingler's Journ., Bd. 151, S. 93; Bd. 192, S. 273. — Polyt. Centr., 1869. S. 632. 2) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1858. S. 168; 1869. S. 156 u. 220. — Polyt. Centr., 1867. S. 630; 1871. S. 827.

von gegossenen oder gewalzten Platten geschieht, und bei welcher Vorbereitung die Regel festzuhalten ist, dass der Querschnitt der Vorformen von demjenigen des fertigen Drahtes möglichst wenig abweicht.

Im übrigen erfahren die Metalle beim Ziehen etc. noch eine von ihren Eigenschaften und dem Arbeitsprozess abhängige Behandlung.

1. **Eisendraht.** (Fil de fer, *Iron wire*). Eisendraht wird aus dem besten, zähen, sehnigen Eisen angefertigt und zwar in seinen dicken Gattungen bis zu 3 mm. Durchmesser abwärts durch Walzen (Walzdraht). Ein Drahtwalzwerk [1]) besteht in der Regel aus 3 Walzen, deren Oberflächen entsprechende Kaliber besitzen und zwar oft so, dass ein allmählicher Uebergang von einem quadratischen Querschnitt durch einen ovalen zum runden stattfindet, um fortwährend ein Durchquetschen zu veranlassen. Dann hat das erste Kaliber etwa 25 mm. im Quadrat Querschnitt.

Zweckmässiger ist die Anbringung mehrerer Rundkaliber, um auch mehrere Drahtdicken auf einem Walzwerk zu erzeugen. Die zugehörigen Walzen haben gewöhnlich 200 mm. Durchmesser, 450 mm. Länge und eine Umfangsgeschwindigkeit von 162 m. pro Minute, welche 240 bis 250 Umdrehungen entspricht. Diese grosse Geschwindigkeit hat den Drahtwalzen den Namen Schnellwalzwerk gegeben. — Da das Eisen weissglühend in das Walzwerk eintritt und noch dunkelrothglühend aus dem letzten Kaliber austreten muss, so sucht man die Wärme so auszunutzen, dass für das Walzen eine Hitze genügt. Dies geschieht dadurch, dass der Stab sofort, wenn er aus einem Kaliber austritt, in ein zweites, dann in ein drittes u. s. w. eingeführt wird. Aus dem letzten Kaliber kommend, wird er auf einen Haspel gewickelt. Die Nützlichkeit des Dreiwalzensystems leuchtet hier ein. — Ein anderes System besteht aus mehreren (4—5) Gerüsten, die in einer Reihe liegen, so dass der Draht sich fortwährend schlangenartig im Zickzack bewegt. — Bei einem dritten System sind die Walzen hintereinander aufgestellt, so dass der Draht in gerader Richtung fortschreitet. — Dies letztere System muss deshalb als das vollendeste hingestellt werden, weil man leicht den Walzen in ihrer Reihenfolge eine, der Verdünnung angemessene grössere Geschwindigkeit ertheilen und dadurch eine auf's äusserste gehende Ausnutzung einer Hitze bewirken kann. Nicht unzweckmässig ist ferner hierbei eine Anordnung, bei welcher horizontale Walzen mit vertikalen abwechseln.

Aus dem Walzdraht, der für manche Zwecke (z. B. Telegraphen) schon Verwendung findet, werden die feineren Drähte durch Ziehen auf dem Leierwerk hergestellt. Da dies Ziehen kalt geschieht und der Draht deshalb hart wird, so muss er von Zeit zu Zeit ausgeglüht werden; gewöhnlich nachdem er 4 bis 6 Löcher passirt hat.

Beim Glühen überzieht sich der Eisendraht, selbst wenn dasselbe in geschlossenen Gefässen geschieht, mit Zunder, der wegen seiner Härte die Ziehlöcher schnell zerstören würde und deshalb entfernt werden muss. Diese Entfernung geschieht durch das Beizen in Wasser, dem man 1% Schwefelsäure zugesetzt hat, Abspülen in Wasser und schnelles Trocknen; oder auf der Polterbank; oder endlich in der Scheuertrommel. — Die Polterbank besteht dem Wesen nach aus Stöcken, die sich auf- und niederbewegen und auf welchen der gehaspelte Drahtring hängt, der bei dieser Bewegung fortwährend gegen einen hölzernen Widerstand geschlagen wird. — Die Scheuertrommel ist ein grosses, siebartig durchlöchertes Fass, das

---

1) Hütte, 1872. Taf. 2. — Polyt. Centr., 1867. S. 630; 1871. S. 827. — Zeitschrift Deutsch. Ing., 1858. S. 168; 1869. S. 156 u. 220.

halb in Wasser liegt, sich um seine Achse dreht so dass die darin liegenden Drahtringe vermittelst eingeworfener kleiner Kieselsteine abgescheuert werden. — Der Beizflüssigkeit setzt man wohl etwas Kupfervitriol zu, um die blank gewordenen Eisenstellen zugleich zu verkupfern, weil diese Kupferhaut das Ziehen erleichtern soll.

2. **Stahldraht.** (Fil d'acier, *Steel-wire*). Die Fabrikation des Stahldrahtes stimmt wesentlich mit der des Eisendrahtes überein. — Die Vorbereitung geschieht durch Walzen, das Ziehen auf dem Leierwerk und namentlich bei den nur in kurzen Stücken vorkommenden Façondrähten auf der Ziehbank. — Das Glühen muss in geschlossenen Gefässen (S. 138) geschehen.

3. **Kupferdraht.** (Fil de cuivre, *Copper-wire*). Die Vorbereitung besteht im Giessen von Stäben (Zaine) und Ueberschmieden derselben, oder in Zerschneiden von Platten in Streifen (Regalen). Die Bildung des Drahtes geschieht durch Ziehen, zuerst auf der Schleppziehbank, später auf dem Leierwerk. Die Weichheit des Kupfers macht beim Ziehen das Ausglühen nur selten nöthig.

4. **Draht aus Gelbkupfer.** (Tombak und Messing). (Fil de laiton, Fil d'archal, *Brass-wire*) wird entweder aus gegossenen Stäben oder geschnittenen Streifen (Regalen) anfangs auf der Schleppziehbank, dann auf dem Leierwerk erzeugt, wobei wegen der krystallinischen Struktur dieser Legirung durch die ersten Züge nur eine geringe Streckung erfolgen darf, damit sich die Textur erst verfeinert.

5. **Gold-** und **Silberdraht,** sowie **Argentandraht** werden wie Kupferdraht aus gegossenen und überschmiedeten Stäben hergestellt.

6. **Blei-** und **Zinndraht** kommen selten vor und werden entweder aus gegossenen Stäben gezogen oder in der S. 173 dargestellten Presse gepresst.

7. **Zinkdraht** wird aus spiralförmig von runden Blechscheiben abgeschnittenen Streifen gezogen.

E. Fabrikation von Eisen- und Stahlstäben.

Unter dieser Arbeit ist hier nur die Formung des Schmiedeisens und des Stahls zu verstehen, welche eine, für die weitere Verarbeitung dieser beiden Materialien geeignete Gestalt hervorbringt. Wegen der grossen Mannigfaltigkeit der, aus diesen Materialien herzustellenden Fabrikate und der zahlreichen Verwendung, welche diese Stäbe direkt im Bauwesen (Brückenbau, Eisenbahnbau, Hochbau, Maschinenbau) finden, ist die Zahl derselben nicht nur in Bezug auf die Dimensionen, sondern auch betreffs der Profile sehr gross geworden, namentlich beim Stabeisen. Die wichtigsten und dem gewöhnlichen Bedürfnisse entsprechenden mögen hier zugleich mit ihren Benennungen zusammengestellt werden [1]). Diese letzteren rühren entweder von dem Querprofil oder der Verwendung oder, wenn auch selten, von den Dimensionen her. — Nach der Stärke unterscheidet man Fein- oder Kleineisen, wenn die Querschnittsfläche etwa 7 □cm. misst und Grobeisen, wenn sie diese Grösse überschreitet.

Das gewöhnliche Stabeisen ist entweder im Querschnitt quadratisch (Quadrateisen, Vierkant- oder viereckiges Eisen, Fer carré, *Square iron*), oder rechteckig (Flacheisen, Fer méplat, Fer plat, *Flat iron*), oder kreisförmig (Rundeisen, Fer rond, *Round-iron, Rod-iron*).

---

1) Mäurer E., Die Mass- und Gewichtsverhältnisse der Roh- und Zwischenprodukte bei der Darstellung des Schmiedeisens. Stuttgart 1861. — Ziebarth, Gewichtstabellen für Walzeisen. Berlin 1874. — Mäurer E., Die Formen der Walzkunst und das Façoneisen. Stuttgart 1865.

Sämmtliches Stabeisen, welches im Querschnitt von diesen drei Figuren abweicht, führt den Namen Façoneisen (Fers speciaux, *Special iron*).

Das gewöhnliche Quadrateisen ist 5 bis 130 mm. dick. Die dünnen Sorten heissen auch wegen ihrer Verwendung Nageleisen (Fer à clou, *Nail iron*) und Gittereisen. — Die üblichen Dickendifferenzen betragen bis zu 30 mm. in der Dicke je 1 mm., von 30 bis 80 mm. je 2 mm., und über 80 mm. je 4 mm.

Beim Flacheisen sind folgende Sorten besonders gebräuchlich: Hufstabeisen von 6 mm. Dicke und 19 bis 22 mm. Breite zur Verfertigung von Hufeisen. — Muttereisen, mit Dimensionen im Verhältniss 1×2 bis $1 \times 2{,}5$ zu Schraubenmuttern. — Bandeisen, Reifeisen, Fassreifeisen, Radreifeisen (Fer de ruban, Feuillard, Fer en ruban, Fer feuillard, *Hoop-iron*) von 0,8 bis 7,0 mm. dick und 10 bis 12 mal so breit als dick, woher die Sortirung in $1^1/_4$, $1^1/_2$, 2 u. s. w. faches.

Das Rundeisen hat in der Regel einen Durchmesser von 5 bis 130, dann auch bis 200 mm. Die Gattungen von 5 mm. abwärts werden zweckmässig zum Draht gerechnet. — Andere Sorten sind das Nieteisen zur Anfertigung von Nieten zwischen 10 bis 25 mm. Durchmesser, und Ketteneisen bis 50 mm. dick. Das Niet- und Ketteneisen muss aus ganz besonders zähem Material hergestellt werden.

Von den Eisenstäben mit polygonalem Querschnitt ist nur das Sechs- und Achtkanteisen in häufiger Verwendung, das erstere zu Schraubenmuttern, das letztere zu grossen Bolzen (Bolzeneisen, *Bolt iron*). An diese reihen sich sodann an:

das dreieckige Eisen, (namentlich Stahl zu Feilen);
das halbrunde (Fer demi-rond);
das ovale mit ellyptischem Querschnitt;

das keilförmige (Fer à biseau, *Wedge shaped iron*) und Roststabeisen mit trapezförmigem Querschnitt; das Winkeleisen (Fer à cornières, Fer cornières, Fer d'angle, *Angle iron*) mit einem rechten Winkel von verschiedener Schenkellänge als Querschnitt, das (Einfach-) T-Eisen (Fer à T, *T-iron*) aus zwei Winkeleisen zusammengesetzt; das (Doppel-) T- oder H-Eisen aus zwei T-Eisen gebildet; das Kreuzeisen aus vier mit den Rücken zusammengelegten Winkeleisen kombinirt; das L-Eisen dem Winkeleisen ähnlich, aber mit dem Unterschiede, dass die Schenkel überall gleich dick aber verschieden lang sind (Leisteneisen); das C- oder U-Eisen aus zwei L-Eisen (⌊ ⌋) zusammengesetzt. Eine Art Kreuzeisen ist auch das Fenstersprosseneisen (Fer à vitrage, *Cross-bar iron*); Façoneisen mit komplizirterem Profil sind namentlich die Eisenbahnschienen (Rail, *Rail*), massive und hohle ∩ förmige; das Eisen zu den Radbandagen der Eisenbahnwagenräder (Bandage-Eisen, Fer de bandage, *Tyre-iron*), das Karnies- oder Gesimseisen, das Hohleisen von rinnenförmigem Profil u. s. w.

Zur Darsellung dieser Stäbe werden die rohen Eisenbarren (S. 10), welche entweder viereckig prismatische Schmiedestücke, oder kleinere, durch Zerhauen dieser entstandene Stücke (Kolben, Schirbel, Lopin, Massoque, Maquette, *Bloom*) sind, zunächst packetirt, dann im Schweiss- oder Glühofen, selten in offenem Herde, bis zur Weissglühhitze erwärmt, und darauf gewöhnlich entweder erst unter Hämmern weiter ausgeschmiedet, oder im Walzwerk von sehr grobem Kaliber bearbeitet. Dieses grobe Walzwerk bildet das Präparir- Puddel- oder Vorwalzwerk. (Cylindres à cingler, C. cingleurs, C. préparateurs, *Blooming rolls*, *Roughing rolls*). Dasselbe hat gewöhnlich Spitzbogen oder halbrunde Kaliber.

Die auf solche Weise vorbereiteten Stäbe erhalten sodann die weitere Ausbildung unter den Hämmern (Eisenhämmern) oder vermittelst Walzen.

Die erste Methode (das Schmieden der Stäbe) findet nur noch ausnahmsweise Statt, weil die Arbeit im Verhältniss zu der des Walzens zu zeitraubend ist, wenn der Stab sehr regelmässig ausfallen soll, selbst unter Benutzung von Gesenken etc. — Für manche Fälle ist die sorgfältige Ausbildung der Stäbe für die Verwendung derselben überflüssig, z. B. für Nageleisen. Dann pflegt man zur Ersparung von Arbeit das Glattschmieden zu unterlassen. Das sodann noch mit den Eindrücken des Hammers versehene Eisen bildet das Kraus- oder Knoppereisen (Carillon).

Das vorzüglichste Mittel zur Formgebung ist das Walzwerk, weshalb die bei Weitem grösste Masse des Stabeisens durch Auswalzen in einem letzten Walzwerk (Fertigwalzwerk, Stabwalzwerk, Reckwalzwerk, Cylindres étireurs, Cyl. finisseurs, *Finishing rolls*, *Merchant rolls*) als Walzeisen fabrizirt wird. — Man unterscheidet hier Grob- und Feinwalzwerk, wie man Grob- und Feineisen unterscheidet.

F. Blechfabrikation.

Unter Blech (Plaque, Feuille, *Sheet*, *Sheet-metal*) versteht man jene plattenförmigen Produkte aus Metall, welche eine verhältnissmässig geringe Dicke, aber eine grosse Länge und Breite besitzen. — Während dabei sehr dicke Bleche Platten (Plaque, *Plate*) genannt werden, heissen die sehr dünnen Blätter (Folie). Es ist schon oben ausführlich dargelegt, welche Schwierigkeit es hat, die Schläge eines Hammers so regelmässig und gleichförmig zu vertheilen, als erforderlich ist, um eine glatte, ebene Oberfläche zu erhalten, und dagegen die Leichtigkeit betont, dies erwünschte Resultat mit den Walzen zu erzielen. Wenn deshalb das Walzwerk zur Erzeugung von Blech den Vorzug hat, so ist die Anwendung des Hammers doch damit keineswegs ausgeschlossen, so dass sowohl geschlagenes, gehämmertes Blech (Plaques martelées, Pl. faites au marteau, *Hammered plate*), als gewalztes (Walzblech, Plaque laminée, *Rolled plate*) vorkommt.

Die zum Blechwalzen dienenden Walzwerke sind bereits (S. 176) ausführlich beschrieben worden. Das zwischen die Walzen geschobene Metall streckt sich wesentlich in der Bewegungsrichtung, wenig in der Breite. Um daher auch die erforderliche Breite zu erlangen, wird das Metallstück, nachdem es eine Länge erhalten hat, welche der herzustellenden Breite ungefähr gleich ist, umgekehrt, so dass die Breite zur Länge wird (Kreuzwalzen) und nun bis zur verlangten Dicke und Länge ausgewalzt. — Hierbei mag erwähnt werden, dass man zur Erzeugung der Breitung, ein Walzwerk [1]) angeordnet hat, dessen Walzen auf der Oberfläche dreieckige Kaliber besitzen, die schraubenförmig und zwar so verlaufen, dass auf der einen Hälfte des Zylinders linke, auf der anderen rechte Schraubengänge liegen.

Bei einer gewissen (geringen) Dicke des Bleches ist es sehr schwer, den Walzen eine solche genaue Stellung und Beschaffenheit zu geben, dass tadelloses Blech entsteht. In solchem Falle werden dann mehrere Bleche aufeinander oder ein Blech im Verlaufe der Arbeit mehrfach in der Mitte zusammengebogen (Doppeln), um eine grössere Zahl von Lagen zu bilden.

1. **Eisenblech.** Als Material zum Eisenblech ist ein möglichst reines, zähes, weiches Eisen zu nehmen. Das zu verwendende Luppeneisen wird

1) Polyt. Centr., 1872. S. 14. — Dingler's Journ., Bd. 202. S. 496.

daher durch öftere Packetirung und Schweissung besonders gleichmässig und schlackenfrei gemacht, und, als Flachstab ausgereckt, dem Walzwerk übergeben. Ist das Eisen so unter dem Hammer vorbereitet, dass es bereits vollständig oder annähernd die Breite des fertigen Bleches erhalten hat, so nennt man dies Zwischenprodukt die Bramme (Brame). Zu Blechen gewöhnlicher Dimensionen werden zerschnittene Flachstäbe (Stürze) angewendet. Die Bleche werden je nach ihren Dimensionen besonders benannt. Die dünnsten Sorten bis 5 mm. Dicke heissen Schwarzblech (Sturzblech); von 5 bis 18 mm. werden sie Kesselblech (Salzpfannenblech, Dampfkesselblech) und bis 150 mm. Dicke Platten (Panzerplatten etc.) genannt.

Schwarzblech (Sturzblech, Tôle, *Sheet-iron*, *Iron-sheet*) bis 5 mm. Dicke

Schlossblech von 0,8 bis 3 mm. Dicke und 470 × 340 bis 950 × 680 Fläche.

Dachblech bis 3 mm. Dicke 950 × 680 Fläche.

Rohrblech unter 1 mm. Dicke und 790 × 340 bis 790 × 420 Fläche.

Kesselblech, (Salzpfannenblech, Tôle à chaudière, *Boiler plate*; Gurtungsblech, [Semelle] Brückenblech) von 5 bis 12 mm. Dicke. Die Flächendimensionen sind sehr verschieden, gewöhnlich 1800 × 900 mm. oft bis hinauf auf 1500 mm. Breite und 15000 mm. Länge, bis zu einem Gesammtgewicht von 5000 Kg.

Panzerplatten (Plaque de blindage, *Armour plate*) bis 150 mm. und mehr dick, bis 7000 × 1400 mm. Fläche und bis 15000 Kg. Gewicht.

Der überwiegend grösste Theil der Eisenbleche wird durch Walzen erzeugt, indem die Stürze oder Brammen in glühendem Zustande nach und nach zuerst im Sturz- (Brammen-) Walzwerk und dann im Schlichtwalzwerk zu den betreffenden Dimensionen ausgewalzt werden.

Die entstehende Härte wird je nach der Dicke der Bleche durch Ausglühen im Blech-Glühofen oder in geschlossenen Gefässen (S. 138) von Zeit zu Zeit entfernt. — Der hierbei gebildete Glühspan wird durch Eintauchen des Arbeitsstückes in Wasser, oder auch durch Aufspritzen von Wasser auf die Walzen abgesprengt.

Sehr dicke Eisenbleche, namentlich Panzerplatten, werden durch Zusammenschweissen einer Anzahl Bleche unter dem Walzwerk hergestellt.[1])

Sehr dünne Bleche werden in der Weise gewalzt, dass man aus dem ersten Walzprodukt durch Zusammenbiegen (doppeln) 2 Lagen, und sofort bis zu 16 Lagen übereinander schichtet, und, um das Zusammenschweissen zu verhindern, Lehmwasser oder Kohlenstaub zwischen die einzelnen Lagen bringt.

Geschlagene Bleche kleiner Dimensionen fertigt man fast nur noch am Ural an[2]) und zwar gewöhnlich in der Weise, dass man zunächst aus körnigem Frischeisen Stäbe von 6 mm. Dicke, 125 mm. Breite und 730 mm. Länge herstellt, diese Stäbe in Glühöfen erhitzt und in einem Walzwerk auf 730 mm. Breite und 730 mm. Länge auswalzt. Drei solche Platten werden sodann, nachdem ihre Oberflächen mit Wasser abgebürstet und mit Holzkohlenpulver bestreut sind, auf einandergelegt und auf die doppelte Länge 1460 mm. ausgewalzt. Von diesen Blechen legt man (nachdem sie auf die bestimmten Dimensionen beschnitten, ebenfalls abgebürstet, mit Kohle bestreut und getrocknet sind, 70 bis 100 auf einander, umwickelt sie mit Blechtafeln, und erhitzt sie langsam während 5 bis 6 Stunden. Diese

1) Kerpely., Fortschr., 1868. S. 210 u. 212. — Dingler's Journ., Bd. 187. S. 83. Preuss. Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. 16. S. 27. 2) J. Percy, The manufacture of Russian sheet-iron. London 1871.

Packete werden dann unter einem Wasserhammer mit ebener Bahn von 459 × 215 mm. Bahnfläche weiter ausgeschmiedet, und zwar immer zwei Packete, also 140 bis 200 Bleche, über einanderliegend. Vollendet wird sodann die Arbeit unter einem zweiten (Schlicht-) Hammer mit einer ebenen quadratischen Bahn von 380 × 380 mm. Fläche.

2. **Stahlblech.** (Tôle d'acier, *Steel plate, Sheet-steel*).

Die aus Stahl angefertigten Bleche kommen nur in wenigen Dimensionen vor. Namentlich ist es Dampfkesselblech, Uhrfederblech, Stahlfederblech und Stahldruckplattenblech, welches Handelsartikel bildet und in verschiedenen Grössen und Formaten fabrizirt wird. — Hierbei mag bemerkt werden, dass das Dampfkesselblech in den Dimensionen des Eisenblechs, das Uhrfederblech von 100 bis 150 mm. Breite und in grossen Längen, Stahlfederblech in Streifen von 60 bis 70 mm. Breite und 0,2 bis 0,25 mm. Dicke gearbeitet wird.

Die Fabrikation stimmt mit derjenigen des Eisenblechs vollständig überein, nur verlangt die Eigenart des Stahls eine höchst sorgfältige und vorsichtige Auswahl und Behandlung des Materials, so zwar, dass namentlich der zähe Bessemerstahl nur zu groben (Kesselblech), der feine Tiegelgussstahl zu den feinen Sorten (Uhrfederblech, Spiralfederblech, Blech zur Anfertigung von Bijouteriewaaren etc.) verwendet werden sollte.

3. **Kupferblech.** Plaque de cuivre, Feuilles de cuivre, Cuivre en plaques. *Copper sheet, Copper plate, Sheet-copper*).

Das Kupferblech wird ebenfalls in verschiedenen Dimensionen je nach dem Gebrauchszweck fabrizirt. Die dickeren Bleche oder Platten von 5 bis 15 mm. Dicke dienen zur weiteren Ausarbeitung durch Treiben (Kesselböden) etc. oder auch zur Anfertigung der Locomotivfeuerbüchsen u. dgl.

Die gewöhnlichen Bleche haben etwa 0,3 bis 3 mm. Dicke, 760 bis 900 mm. Breite und 1500 bis 1800 mm. Länge. Hierzu gehören die Dachbleche, Schiffbeschlagbleche, Rinnenbleche, deren Verwendung die Namen angeben. — Speziell ist das Dachblech gewöhnlich 0,7 bis 2 mm. dick; das Schiffblech wird in der Regel 350 mm. breit, 1220 mm. lang und 0,6 bis 1,5 mm. dick hergestellt.

Die dünnen Sorten Flickkupfer, Zündhütchenblech von etwa 0,6 mm. abwärts werden aufgerollt (Rollkupfer) in den Handel gebracht.

Zur Fabrikation des Kupferblechs wird das Kupfer geschmolzen und in eisernen, mit Thon gefütterten Formen zu Platten oder Barren (Hartstücken) ausgegossen, welche im glühenden Zustande zunächst durch Schmieden unter dem Hammer gedichtet und in Platten von etwa 15 mm. Dicke verwandelt werden (vorschlagen). Diese Platten werden sodann entweder durch Schlagen oder Walzen weiter verarbeitet. Bei der Verarbeitung unter dem Hammer werden die Hartstücke in der Regel erst in Stücke (Schroten) zertheilt und diese glühend, zuerst mit einem Reckhammer und später mit dem Schlichthammer (Planierhammer) mit ebener Bahn gestreckt und geglättet. Bei einer gewissen Dicke werden mehrere Schroten aufeinandergelegt und gemeinschaftlich bearbeitet.

Auch hier hat das Auswalzen das Schlagen fast vollständig verdrängt. Ueber das Walzen ist wenig mehr zu bemerken, als dass es entweder heiss oder kalt vorgenommen wird. Wenn zwar das Walzen in heissem Zustande leichter von Statten geht, so veranlasst es einen zu bedeutenden Verlust (etwa 7 %) an Material. Beim Kaltwalzen dahingegen beträgt der Verlust nur etwa $^1/_4$ %, weil nur von Zeit zu Zeit ein Ausglühen erforderlich ist. — Da ausserdem das kaltgewalzte Kupfer eine dichtere

Oberfläche besitzt und daher den Einwirkungen der Luft und des Seewassers besser widersteht, so verdient das Kaltwalzen im Allgemeinen den Vorzug.

4. **Zinkblech**, (Zinc laminé, Feuilles de zinc, *Sheet-zinc*). Aus Zink wird in neuerer Zeit eine Menge Blech hergestellt, weil dasselbe vielfache Anwendung findet (z. B. zu Dachdeckungen, zu Badewannen und anderen Wassergefässen, oft, nach Mustern durchlöchert, zu Jalousien, welche als Vorsätze vor Fenstern, Ventilationslöchern etc. in Gebrauch sind, zu Schiffsbeschlägen, zu mancherlei Klempnerarbeiten u. s. w.). Daher sind die Abmessungen, namentlich die Dickenabstufungen sehr verschieden. Die gewöhnlichen Dimensionen sind: 0,3 bis 5 mm. dick, 0,5 bis 1 m. breit und 1,2 bis 2 m. lang.

Die eigenthümlich blätterige Struktur des Zinks und die Eigenschaft, bei 100 bis 150° Erwärmung am dehnbarsten zu sein, verlangt, dass dasselbe bei dieser Temperatur mit langsamer Druckabnahme zwischen Walzen, und nicht mit Hämmern, in Blech verwandelt wird. — Die Erwärmung der durch Guss vorbereiteten Platten, von etwa 12 mm. Dicke und verschiedenen Flächendimensionen, muss in einem Glühofen von der Einrichtung geschehen, dass das Zink nicht Gelegenheit hat, sich zu oxydiren; selten geschieht sie in kochendem Wasser, weil diese Wärme nicht ausreicht. — Die passende Wärme erkennt man an dem Zischen eines auffallenden Wassertropfens. — Beim Walzen der dünnen (Klempner-) Bleche werden immer mehrere Lagen übereinandergewalzt, zuletzt bei hoher Wärme (150°), weil dann die Bleche, wenn sie sehr langsam abkühlen, am zähesten und biegsamsten, also z. B. zum Drücken, Pressen etc. am geeignetsten werden.

5. **Zinnblech.** Dieses Blech kommt höchst selten in erheblichen Dicken, aber sehr oft in sehr dünnen Blättern zur Verwendung. Dicke Bleche werden aus, in Platteneingüssen gegossenen Platten, durch Walzen ohne Schwierigkeit hergestellt. Beim Weiterauswalzen dieser Platten zu dünnem Blech werden immer mehrere (12 bis 20) aufeinander gelegt.

Die dünnen Zinnbleche heissen allgemein Zinnfolie, (Etain en feuilles, *Tinfoil*). Ihre Hauptanwendung findet Statt zur Anfertigung von Flaschenkapseln, zum Einwickeln von Seifen, Chokolate, Schnupftabak, Thee u. s. w. und zum Belegen der Spiegel (Spiegelfolie). Sie werden in der Weise angefertigt, dass man das Zinn entweder dünn ausgiesst oder dünn auswalzt und mit Hämmern (entweder Holzhämmern oder Fallhämmern) in einer grossen Anzahl Lagen, die durch fortgesetztes Doppeln entsteht und bis 300 beträgt, weiterstreckt und zwar zu einer Dicke von 0,01 mm. — Durch weiter fortgesetztes Schlagen in der Weise wie unten bei der Fabrikation des echten Blattsilbers angegeben wird, entsteht das etwa $^1/_{1500}$ mm. dicke unechte Blattsilber.

6. **Bleiblech.** Zu manchen chemischen Apparaten (Bleikammern für Schwefelsäurefabrikation, Kohlensäure-Entwicklungsgefässen etc.), als auch für Bauzwecke (Dachdeckungen, Isolirschichten) wird Bleiblech in dickeren Dimensionen, und zu ähnlichen Zwecken wie Zinn (zum Einpacken mancher Gegenstände) in sehr dünnen Dimensionen, als Bleifolie verwendet und in derselben Weise wie Zinnblech hergestellt. — Zum leichteren Transport wird das Bleiblech aufgerollt in den Handel gebracht (Rollblei).

7. **Gold-, Silber-** und **Platinblech.** Die drei edelen Metalle Gold, Silber und Platin sind, was ihre Dehnbarkeit und ihre Verwendung als Blech betrifft, so nahe verwandt, dass auch die Verwandlung derselben in Blech nach derselben Methode und mit denselben Mitteln vorgenommen wird.

Dicke Bleche werden fast nur zur Fabrikation von Münzen und Medaillen verwendet und in den Münzen aus gegossenen flachen Stäben (Zainen)

durch das Strecken (Laminage, *Rolling*) auf gewöhnlichen Walzwerken und Vollenden auf dem Probewerk (Laminoir finisseur, L. polisseur, *Finishing rolls*) hergestellt und oft noch, um eine sehr genaue übereinstimmende Dicke zu erhalten, durch einen Seckenzug (Adjustirwerk, Zainzug, Banc à tirer) gezogen.

Für den Zweck des Gold- und Silber-Arbeiters werden die Bleche nur in sehr geringen Dicken (unter 1 mm.) fabrizirt und zwar ausschliesslich durch Walzen. Die hierzu bestimmten, gegossenen Platten oder Stangen erhalten in der Regel aber durch kaltes Ausschmieden (Schlagen), theils mit der Bahn, theils mit der Finne eines Handhammers und unter abwechselndem Ausglühen eine Vorbereitung, welche die Geschmeidigkeit des Metalls wesentlich erhöht und dasselbe gegen das Zerreissen schützt. Zur Erhöhung der Zähigkeit dient auch das Ablöschen in kaltem Wasser, daher dasselbe mit dem glühenden Metall auch während des, auf das Schlagen folgenden Walzens vorgenommen wird. — Da das Walzen fast immer im Zusammenhang mit der Verarbeitung selbst stattfindet, so sind die Gold- und Silberwalzwerke in der Regel für Handbetrieb eingerichtet (Handstreckwerk) und mit etwa 30 bis 200 mm. langen aber hochpolirten Walzen versehen, die durch Kurbel oder durch ein Drehkreuz bewegt werden.

Die Edelmetalle, namentlich Gold und Silber, finden ihrer Schönheit wegen sehr viel Anwendung zur Vergoldung und Versilberung in der Weise, dass man die zu vergoldenden oder versilbernden Gegenstände mit Gold- und Silberblech überzieht (Goldleisten, Bilder- und Spiegelrahmen, Bücherschnitte etc.), das, wegen des hohen Preises dieser Metalle, sehr dünn genommen wird. Diese dünnen Blättchen, welche bei Gold nur $^1/_{8000}$ mm., bei Silber $^1/_{4500}$ mm. dick sind, werden stets durch Schlagen mit Hämmern hergestellt (Geschlagenes Gold, Blattgold, Or battu, Feuilles d'or, *Beaten gold, Leaf-gold;* Geschlagenes Silber, Blattsilber, Argent battu, Feuilles d'argent, *Beaten silver, Leaf-silver*). Das Verfahren hierbei besteht in Kürze darin, dass man Gold oder Silber (und zwar gewöhnlich rein, nur Gold mitunter mit Silber oder Kupfer legirt) zunächst auf die oben beschriebene Weise durch Ausschmieden und Walzen in dünnes Blech verwandelt und dieses in quadratische Blätter (Quartiere, Quartiers, *Squarres*) von 25 mm. Seite zerschneidet. Diese Quartiere werden darauf zur Vermeidung des Zusammenhaftens zwischen Pergamentblätter (Form) gelegt und, auf einer Unterlage von Marmor oder Granit, mit einem Hammer von 2,5 bis 8 Kg. Gewicht und mit runder, konvexer Bahn, so lange geschlagen, bis sie Quadrate von 100 bis 125 mm. Seite bilden. Diese Quadrate werden sodann wieder in 4 Quadrate zerschnitten und in eine neue Form gebracht, und dieses Manöver so oft wiederholt bis die gehörige Verdünnung erfolgt ist, nur mit dem Unterschiede, dass man bei den bereits sehr dünn gewordenen Blättern nicht mehr Pergamentformen, sondern solche aus Goldschlägerhaut anwendet. — Die Goldschlägerhaut (Baudruche, *Gold-beater's skin*) ist die Epidermis vom Blinddarm des Ochsen, die dadurch besonders für den in Rede stehenden Zweck präparirt wird [1]), dass man sie, gehörig gereinigt und aufgespannt mit Alaunwasser wäscht, nach abermaligem Trocknen mit Wein bestreicht, in dem Hausenblase und etwas Gewürz zergangen ist, und endlich mit Eiweiss überzieht.

In neuerer Zeit sucht man die höchst anstrengende Handarbeit auch durch Maschinen-Arbeit, durch sog. Schlagmaschinen [2]) zu ersetzen,

---

1) Polyt. Centr., 1867. S. 297; 1869. S. 68. 2) Polyt. Centr., 1857. S. 1337; 1866. S. 1097. — Dingler's Journ., Bd. 137, S. 117.

die entweder auf dem Prinzipe des Schwanzhammers oder des Parallelhammers beruhen. — Die S. 157 beschriebenen Federhämmer sind wegen ihres elastischen Schlages als Schlagmaschinen vorzüglich zu verwenden.

8. **Messing-** (Tombak) **Blech.** (Laiton, Planches de laiton, Plaques de laiton, *Sheet brass, Plate-brass, Latten brass, Brass-plate*). — Das Blech aus Messing und Tombak kommt in ausserordentlich verschiedenen Dicken wegen der ebenso grossen verschiedenartigen Verwendung vor; die Dicke geht von 17 mm. abwärts bis zu $^1/_{90}$ mm.

Die dicksten Sorten, welche in Tafeln (Tafelmessing, Tafeltombak) verschickt werden, haben etwa 300 bis 650 mm. Breite und gewöhnlich 1 bis 12 mm. Dicke.

Die darauf folgenden Sorten bekommen bei 0,3 bis 2 mm. Dicke etwa 180 bis 360 mm. Breite und 1 bis 6 m. Länge. Des bequemen Transportirens wegen werden diese Bleche umgebogen und flach zusammengelegt (Bugmessing). Die dünnen Messingbleche von 0,4 bis 0,1 mm. abwärts werden aufgerollt (Rollmessing, Rolltombak).

Das dünnste Messingblech endlich, welches etwa $^1/_{65}$ bis $^1/_{90}$ mm. Dicke besitzt und, wenn es bewegt wird, wegen seiner grossen Härte rauscht und knittert, führt desshalb den Namen Rausch- oder Knittergold (Clinquant, Oripeau, *Dutch gold, Dutch metal*).

Zur Verwandlung der gegossenen Messingplatten in Blech wird, wie beim Kupfer, das Hammer- oder Walzwerk angewendet. Die eigenthümlich grobkörnige, strahlige Beschaffenheit des Gussmessings fordert anfangs eine vorsichtige, mehr drückende als schlagende Einwirkung, bis das grobkörnige Gefüge ein feinkörniges geworden ist. Darum sind dann auch zur Anfertigung von Blech aus Messing Walzen vorzuziehen. — Mit Ausnahme der schmiedbaren Legirung (S. 26) muss Messing wegen seiner Sprödigkeit in der Wärme, kalt gewalzt oder gehämmert, und nur von Zeit zu Zeit ausgeglüht werden. — Bei diesem Ausglühen überzieht sich Messing mit einer schwarzen Oxyd-Schicht, welche entweder sitzen bleibt (schwarzes Messing) oder durch Beizen in verdünnter Schwefelsäure entfernt wird (lichtes Messing). Ausserdem wird es oft noch durch Schaben oder Schmirgeln blank gemacht (blankes Messing).

Die dünneren Gattungen Messingblech werden sehr oft, die dünnsten stets, mit Hämmern (Schnellhämmern) und zwar mehrere, bis 20 Blätter, aufeinander liegend, geschlagen, wodurch gleichzeitig die, das Knittern erzeugende Härte mit hervorgebracht wird. — Aus Tombak mit 9 bis 17% Zink wird das unächte Blattgold (Goldschaum, Or demi-fin, *Dutch-Gold, Leaf-brass*) von durchschnittlich $^1/_{1500}$ mm. Dicke in derselben Weise wie das ächte Blattgold (S. 200) hergestellt.

9. **Bronzeblech.** Unter den Bronzen giebt es nur eine Gattung, welche sich in Blech verwandeln lässt und als Blech Anwendung findet: die Bronze zu Schiffsbeschlägen, durchschnittlich aus 95 Th. Kupfer und 5 Th. Zinn zusammengesetzt (S. 28). Diese Legirung wird wie Messing durch Walzen verarbeitet, nur mit dem Unterschiede, dass sie gewöhnlich bis zur Braun-Roth-Glühhitze vorgewärmt wird. — In gleicher Weise wird die neuerdings in Anwendung gekommene Phosphorbronze (ein phosphorhaltiges Kupfer) ausgewalzt.

10. **Argentanblech** (Neusilberblech, Packfongblech). Das in Platten gegossene Neusilber hat im Allgemeinen dieselben Eigenschaften wie das Messing und kann daher auch in gleicher Weise, d. h. mit derselben Vorsicht und Behutsamkeit und denselben Mitteln in Blech ver-

wandelt werden. — Man giesst gewöhnlich zum Zweck des Auswalzens die Platten, etwa 10 mm. dick, 150 mm. breit und 250 mm. lang, zwischen eisernen Platten aus, schlägt sie behutsam, um das grobe Gefüge zu verfeinern, unter dem Hammer vor, und walzt sie kalt unter langsamer Druckabnahme und erforderlichem Ausglühen, aus. — Sehr dünnes Argentan, das Rausch- (Knitter-) Silber, wird aus gewalztem Blech durch Schlagen wie Rauschgold hergestellt. — Wie das Tombak zu unächtem Blattgold, so wird das Neusilberblech zu unächtem Blattsilber (Silberschaum) verarbeitet.

11. **Britanniametallblech.** Aus Britanniametall wird ebenfalls dünnes, etwa 1 mm. dickes, Blech hergestellt und namentlich von Klempnern auf der Drückdrehbank zu mancherlei Gegenständen für den Hausgebrauch (Salzfässer, Leuchterfüsse etc.), zur Anfertigung der Drehtrommeln in Gasuhren u. s. w. verarbeitet. Die Fabrikation dieses Bleches stimmt mit derjenigen des Zinnbleches überein.

12. **Plattirte Bleche.** Einige Metalle haben die Eigenschaft, bei reiner Oberfläche aufeinandergelegt, unter starkem Drucke sich so mit einander durch Adhäsion zu vereinigen, dass sie als ein Ganzes ohne Gefahr der Trennung weiter verarbeitet werden können. — Man benutzt in der Technik diese Eigenschaft, um Bleche verschiedener Metalle mit einander zu verbinden, einestheils, um eine dünne Lage edeles Metall auf unedelem zu befestigen, anderntheils, um einem Metall eine schützende Decke zu geben. Dies Verfahren wird Plattiren (Plaquer, Doubler, *Plate*), das Produkt Plattirtes Blech genannt. Gewöhnlich wird die Plattirung auf Kupfer mit Gold und Silber (Goldplattirung, Plaqué d'or, *Goldplated*; Silberplattirung, Plaqué d'argent, *Silverplated*), auf Neusilber mit Silber, auf Blei mit Zinn, und zwar auf einer Seite oder auf beiden Seiten (einfache oder doppelte Plattirung), vorgenommen. — Zur Plattirung von Kupfer mit Gold oder Silber wird eine Kupferplatte von etwa 12 mm. Dicke, 150 mm. Breite und 250 mm. Länge, zunächst sorgfältig durch Abschaben gereinigt und dann durch Auftragen einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd (für Silber) oder Goldchlorid (für Gold) mit einer feinen Silber- oder Goldhaut, zur Erleichterung des Anhaftens, versehen. So vorbereitet, wird auf diese Platte nun eine, ebenfalls auf's höchste reingeschabte Silber- oder Gold-Platte gelegt, die etwas über die Ränder der Kupferplatte herüberragt. Der überragende Rand wird sodann umgeschlagen, und beide Platten durch einen umgebundenen Eisendraht mit einander festgehalten. In diesem Zustande wird das Plattenpaar auf ein Holzkohlenfeuer gelegt, bis zur Rothglühhitze erwärmt und durch ein über die Oberfläche mit starkem Druck hin- und hergehendes krückenartiges Werkzeug nicht nur von der dazwischen befindlichen Luft befreit, sondern auch gewissermassen verlöthet. Nachdem man sich von der Abwesenheit der Luftblasen durch Klopfen mit einem Hammer überzeugt hat, wird die Platte schnell unter ein Walzwerk gebracht und kräftig zusammengedrückt, also auch schon in gewissem Grade gestreckt. Durch Weiterwalzen wird allmählich dünneres Blech erhalten, welches in dem ursprünglichen Verhältniss der Plattendicken plattirt ist. — Platin-Plattirung auf Kupfer (zur Anfertigung chemischer Apparate) wird auf dieselbe Weise hergestellt. — Ebenso die Silber-Neusilber-Plattirung. — Zinn und Blei, welche Metalle nicht erhitzt werden dürfen, vereinigen sich genügend durch kaltes Zusammenwalzen. Auch giesst man wohl, zur Erzeugung des zinnplattirten Bleis, Zinn auf eine gehörig rein gemachte Bleiplatte, um beide Metalle an der Verbindungsfläche zu verschmelzen.

G. Fabrikation von Metallröhren.

Röhren werden hohle prismatische (viereckige, dreieckige, sechseckige) oder zylindrische Metall-Stäbe genannt, welche als Leitungsorgane für Flüssigkeiten (Wasser, Dampf, Gas etc.) unentbehrlich, und wegen ihrer Leichtigkeit zu manchen anderen Zwecken (Möbeln, Bautheilen etc.) statt der massiven Stangen höchst nützlich sind. Hergestellt können die Röhren werden, erstens durch Giessen (diese Darstellung fällt hier, als zur Giesserei gehörig, aus), zweitens dadurch, dass man flache Metall-Schienen aufbiegt und an ihren Rändern sodann verbindet, drittens dadurch, dass man dickwandige Hohlkörper allmählich durch Strecken verlängert und viertens dadurch, dass man eine Platte in immer tiefer und enger werdende Oeffnung einprägt.

Bei der zweiten Herstellungsmethode zerfällt die Operation also wesentlich in zwei Theile, in das Aufbiegen der Schienen, deren Breite gleich dem Umfang des Rohres ist, so dass der verlangte Querschnitt entsteht, und in die feste Verbindung der Ränder, was zwar ausser durch Schweissen oder Löthen auch durch Nieten, Schrauben, Falzen geschehen kann, aber bei den in Rede stehenden Röhren sich auf Zusammenschweissen und Löthen beschränkt (geschweisste und gelöthete Röhren).

Da kurze, dickwandige Hohlkörper entweder vermittelst des Ziehens durch Ziehlöcher, oder durch Walzen, oder durch Pressen, oder durch Hämmern gestreckt und in lange, dünnwandige Röhren verwandelt werden, und da in der Regel die geschweissten oder gelötheten Röhren durch eines dieser Mittel die Vollendung erhalten, so unterscheidet man gezogene Röhren (Tuyaux étirés, T. tirés, *Drawn tubes*), gewalzte Röhren (Tuyaux cylindrés, *Rolled tubes*), gepresste, gedrückte Röhren (Tuyaux repoussés, T. par compression, *Compression tubes*), gehämmerte Röhren (Tuyaux martelés, *Hamered tubes*) und geprägte Röhren (Tuyaux emboutis, *Chased tubes*).

Zum Ziehen der Röhren werden dieselben Vorrichtungen angewendet, welche zum Ziehen von Draht dienen. (Zieheisen und Ziehbank, Röhrenziehbank[1]), mit Ausnahme natürlich des Leierwerks bei Röhren aus steifem Metall, weil diese sich nicht aufwickeln lassen. Dünnwandige Röhren verlangen, um gegen das Eindrücken und Einknicken gesichert zu sein, wenigstens an der Stelle in dem Ziehloch, wo die Streckung oder Egalisirung stattfindet, eine feste Ausfüllung von der Grösse und Gestalt, dass im Ziehloch nur eine ringförmige Oeffnung für die Röhrenwand frei bleibt. Diese Ausfüllung (Dorn, Mandrin, *Treblet*, *Triblet*, *Mandrel*) erstreckt sich bei kurzen Röhren oft durch die ganze Länge und geht beim Ziehen mit durch das Ziehloch (Langer Dorn); oder er ist nur kurz (Kurzer Dorn) und liegt im Ziehloch fest, so dass sich das Rohr über denselben fortzieht. Der Dorn besteht aus einem Stahlkörper mit ververjüngten Enden, der zur Vermeidung grösserer Reibungswiderstände auf der Oberfläche sehr glatt ist. Da der lange Dorn den Nachtheil eines sehr grossen Gewichts besitzt, und wegen der grossen Berührungsfläche zwischen sich und der Rohrwand ein Abziehen des Rohrs von dem Dorn, selbst wenn dieser etwas verjüngt und mit einem Wachsüberzug versehen ist, sehr erschwert, so zieht man den kurzen Dorn gewöhnlich vor. Dieser wird in dem Ziehloch vermittelst einer Stange oder eines Drahtes gehalten, der durch das ganze Rohr nach aussen reicht und hier eine Befestigung erhält.

---

1) Polyt. Centr., 1863. S. 517.

Das Durchziehen des Rohres geschieht auf einer Ziehbank, welche entweder horizontal, mitunter auch vertikal gebaut ist, in welchem letzteren Fall das Gewicht des Dorns nicht in dem Ziehloch auf die Röhrenwand drückt und diese hier mehr streckt, also dem Rohre eine Krümmung gibt. Bei der Anwendung eines langen Dorns kann man die Ziehzange entbehren, wenn man die Kette etc. direkt durch einen Haken, der in ein Loch des Dorns gehakt wird, verbindet. Bei Anwendung eines kurzen Dorns werden Eisenpfropfen in das Rohrende eingetrieben oder eingeschraubt und das letztere mit dem Maul einer Ziehzange umfasst. — Um Raum zu ersparen, hat man auch Einrichtungen getroffen, bei welchen das Zieheisen (Zieh-ring) bewegt wird.

Das Walzen[1]) der Röhren stimmt ebenfalls mit dem Walzen massiver Stäbe zwischen Kaliberwalzen überein; nur muss auch hier das Rohr durch eine feste Ausfüllung gegen das Knicken geschützt werden. Entweder dient hierzu ein Dorn (langer oder kurzer) oder man füllt das Rohr mit einer Masse aus, welche sich mitstreckt und nachher beseitigt wird. Diese Masse ist feiner Quarzsand, Asche, Erde u. s. w., die fest eingestampft wird. Letzteres Mittel ist natürlich nur anwendbar, wenn die Rohröffnung sich im Verhältniss der Streckung verringern soll. Muss sie dieselbe bleiben, so ist die Anwendung eines Dornes nicht zu umgehen. — Zur Beschleunigung der Verdünnung, namentlich wenn das Metall heiss gewalzt wird, können mehrere Walzen mit abnehmendem Kaliber unmittelbar hintereinander angebracht werden, wobei es dann zweckmässig ist, die Walzenachsen abwechselnd horizontal und vertikal anzuordnen. Die kurzen Dorne, welche hier den Gegendruck ausüben, sitzen dann auf einer gemeinschaftlichen Stange.

Zum Röhrenpressen[2]), welches übrigens fast nur zur Erzeugung von Blei- und Zinnröhren in ausgedehntem Maasse Anwendung findet — auch Stahlröhren werden mitunter gepresst — bedient man sich einer hydraulischen Presse derselben Konstruktion wie sie S. 173, Fig. 210 ausführlich beschrieben ist. Das Wesentliche besteht nur darin, dass der Presskolben einen Dorn trägt, welcher die Rohröffnung aufspart, indem sich das Metall über diesen Dorn (Kern, Ame) hinweg durch den Pressring schiebt, so dass gewissermassen ein hohler Draht entsteht. — Der grosse Vortheil dieser Methode, aus weichem Metall Röhren zu fabriziren, liegt nicht nur in dem kleinen Raumbedarf (da das fertige biegsame Rohr sofort, wenn es aus dem Pressring tritt, aufgehaspelt wird), sondern auch in der Möglichkeit, beliebig lange Röhren zu erzeugen, und in der grösseren Dichtigkeit, welche diese gepressten Röhren den gezogenen gegenüber besitzen. — Bleiröhren namentlich, welche in Längen von 50 m. und mehr gepresst werden, unterliegen wegen der dichteren Oberfläche viel weniger den Einflüssen der Luft etc. als gezogene.

Zum Durchpressen ist ein bedeutender Druck selbst bei diesen weichen Metallen erforderlich. Man kann für kleine Röhren etwa 400 Atmosphären annehmen.

Gehämmerte Röhren werden wenig angefertigt, weil ihre Herstellung kostspielig ist, wenngleich sie sich durch besondere Dichtigkeit auszeichnen müssen. Hauptsächlich sind es runde Kupfer- und Messingröhren, selten Stahlröhren, die durch Hämmern in der Weise erzeugt werden, dass

---

1) Polyt. Centr., 1862. S. 639; 1863. S. 1269 u. 1506; 1866. S. 311. — Dingler's Journ., Bd. 117. S. 118; Bd. 137. S. 415; Bd. 163. S. 22; Bd. 170. S. 330; Bd. 188. S. 270. 2) Polyt. Centr., 1858. S. 530; 1859. S. 304; 1868. S. 1463. — Dingler's Journ., Bd. 152. S. 428; Bd. 203. S. 432. — Hütte, 1863. Taf. 11.

man kurz gegossene Hohlzylinder über einem kurzen Dorn unter einem Schnell-Hammer mit Rundgesenken erst gehörig ausstreckt — wobei das Rohr fortwährend gedreht wird — und dann sofort glatt schlägt. Noch weniger als das Hämmern ist das Prägen der Röhren in Anwendung, weil nur kurze Rohrstücke dadurch hergestellt werden können. Es besteht im Wesen darin, dass man Platten, welche kreisförmig zugeschnitten sind, vermittelst eines Stempels durch eine Unterlage hindurch schiebt und so in eine tiefe (fingerhutartige) Schale verwandelt, welche durch eine Anzahl immer kleiner werdender Oeffnungen hindurchgedrückt, sich allmählich strecken und rohrartig ausbilden.

1. **Schmiedeiserne Röhren** [1]). Die Röhren aus Schmiedeisen, welche jetzt in grossen Quantitäten und vielen Abstufungen zu Wasser-, Dampf-, Gasleitungen, zu Heizröhren in verschiedenen Dampfkesseln, zu Möbeln, zu Bauzwecken u. s. w. Anwendung finden, werden ausschliesslich durch Ziehen und Walzen aus Schmiedeisenstreifen hergestellt, welche gebogen und mit den Rändern zusammengeschweisst werden müssen.

Die Schmiedeisenstreifen (*Skelp*), welche aus dem besten, leicht schweissbaren, und, um das Aufreissen der fertigen Röhren zu vermeiden, aus besonders packetirtem Eisen [2]) gewalzt werden, haben entweder einen flachviereckigen Querschnitt von überall gleicher Dicke, oder einen Querschnitt, der von einer Stelle aus nach den Enden zu sich verjüngt, je nachdem nämlich ihre Ränder durch eine stumpfe Fuge (*Butt joint tubes*) oder durch einen Ueberschlag (eine Ueberlappung, *Lap-welded-tubes*) zusammengeschweisst werden sollen.

Die erste Arbeit besteht in dem Aufbiegen der Schiene im rothwarmen Zustande zu einer Rinne, wozu je nach der Dicke verschiedene Vorrichtungen angewendet werden: Handhämmer mit Gesenkzange, Seckenzug (mit mehreren Siekeneisen hintereinander und allmählich in ein zweitheiliges Zieheisen übergehend), Presse, Walzen. — Namentlich ist eine Zange hervorzuheben, welche (wegen der eigenthümlichen Maulform das Krokodil genannt) aus einem festliegenden halbrund ausgehöhlten, wohl 1,75 m. langen Eisenblock als Untergesenk und einem beweglichen Theil, der als Obergesenk dient, besteht. Das Obergesenk sitzt an dem Ende eines sehr starken, zweiarmigen Hebels und wird niedergedrückt, so dass die zwischengebrachte Röhrenschiene auf eine bedeutende Länge halbrund umgebogen wird. — Bei schwachen Röhren kann mit einem Male ein vollständiges Rundbiegen hervorgebracht werden, wenn man den Skelp in dem Augenblick, wo er aus dem Glühofen kommt, mit einem Ende zwischen zwei halbrunde Backen bringt, durch kräftiges Zusammenschieben dieser Backen aufbiegt, und nun vermittelst einer Art Ziehbank schnell ganz durch die fest geschlossenen Backen zieht. — Sollen bei dem Aufbiegen die Skelps zum Ueberlappen übereinander greifen (wie bei Dampfkesselröhren stets geschehen muss), so wird bei Anwendung des Krokodils eine runde Stange als Dorn eingelegt.

Nach dem Aufbiegen folgt sodann das Schweissen (Soudage, *Welding*), gleichzeitig mit dem ersten Ziehen oder Walzen. Zu dem Zwecke wird die vorbereitete Schiene im Schweissofen bis zur Weissglühhitze erwärmt und mit dem Ende entweder in ein unmittelbar vor dem Ofen stehendes Ziehloch, oder ein Kaliberwalzwerk geführt, vermittelst einer Ziehzange gefasst und auf einer Art Ziehbank durchgezogen, mitunter, namentlich

---

1) Polyt. Centr., 1862. S. 639; 1866. S. 311; 1869. S. 1370; 1871. S. 145. — Dingler's Journ., Bd. 163. S. 22. — Engineering, 1870. S. 450. 2) Dingler's Journ., Bd. 190. S. 202. — Kerpely Fortschr., 1869. S. 208.

bei Walzen unter Anwendung eines Dornes, weil nur auf solche Weise der zum gehörigen Schweissen erforderliche Gegendruck erzielt werden kann. — Das Zieheisen wird hierbei in der Regel von den zwei Backen einer starken Zange gebildet, wovon jeder die eine Hälfte des Ziehlochs enthält und die kräftig zusammengedrückt werden, während das Rohr durchgeht.

Das geschweisste Rohr passirt sodann zum Strecken und Egalisiren noch eine Anzahl Zieheisen (oft 15) oder Walzen und wird endlich durch Rollen gerichtet.

Weil das Zusammenschweissen der Röhren von polygonalem Querschnitt Schwierigkeiten bereitet, so werden solche Röhren oft aus runden Röhren dadurch hergestellt, dass man diese mit Sand gefüllt, durch ein entsprechendes Kaliberwalzwerk gehen lässt. — Auch konische Röhren (z. B. Galloway-tubes für Dampfkessel) werden gewalzt [1]).

2. **Stahlröhren.** Die Anfertigung der Stahlröhren stimmt vollständig mit derjenigen der Schmiedeisenröhren überein. — Mitunter werden dieselben auch durch Pressen aus einem gegossenen glühenden Hohlzylinder hergestellt. — Zur Vermeidung des schwierigen Schweissens können auch gegossene und durch Schmieden über dem Dorn gehörig gedichtete und gestreckte Hohlzylinder weiter gezogen oder gewalzt werden [2]).

3. **Kupferröhren** [3]). Diese werden entweder aus Blech zuzammengelöthet und durch das Zieheisen über den Dorn gezogen, oder aus gegossenen Hohlstücken gewalzt, gezogen oder gehämmert. Schwierig ist hierbei die Herstelluug eines blasenfreien Gusstückes. Man soll dasselbe erhalten, wenn man das geschmolzene Kupfer in eine Form giesst und dann im Moment des Erstarrens einen Dorn eintreibt, welcher durch den Druck die Undichtigkeiten beseitigt und zugleich den Hohlraum hervorbringt. Auch soll dasselbe erreicht werden durch Zentrifugalguss [4]) bei einer Geschwindigkeit der Form von 2000 Umdrehungen per Minute.

4. **Messingröhren.** Die dünnwandigen Messingröhren (auch Neusilberröhren) werden ebenfalls aus Blech gebogen, mit den Rändern zusammengelöthet und über einen Dorn zum Egalisiren gezogen. — Dickwandige Messingröhren stellt man durch Giessen eines Hohlzylinders und Auswalzen oder Ziehen desselben her.

5. **Blei-** und **Zinnröhren** werden fast nur noch gepresst, selten gezogen. — Hierbei ist kurz der verzinnten Bleiröhren zu erwähnen, die dadurch erzeugt werden, dass man einen Hohlzylinder auspresst, dessen Inneres aus Zinn besteht, und den man dadurch erhält, dass man in einen hohlen Bleizylinder um einen darin befindlichen Dorn, Zinn so heiss eingiesst, dass es mit dem Blei sich verlöthet.

Viertes Kapitel.

Bearbeitung der Materialien auf Grund ihrer Theilbarkeit.

Allgemeine Theorie der schneidenden Werkzeuge [5]).

Wenn von einem Körper ein Stück abgetrennt werden soll, so ist dazu die Aufhebung der Kohäsion längs der Fläche erforderlich, an welcher

---

1) Kerpely, Fortschr., 1868. S. 217 u. 218. — Dingler's Journ., Bd. 188. S. 270. 2) Polyt. Centr., 1866. S. 311. 3) Polyt. Centr., 1863. S. 1269. 4) Polyt. Centr., 1863. S. 1506. 5) Ueber das Hobeln der Metalle von Tresca: Bulletin d'Encouragement, 1873. S. 584. — Berliner Verhandlungen, 1873. S. 370; 1874. S. 189. — Polyt. Centr., 1872. S. 156. — Dingler's Journ., Bd. 203. S. 348. — Polyt. Centr., 1865. S. 353; 1869. S. 1483. — Dingler's Journ., Bd. 176. S. 431. — Bulletin d'Encouragement, 1864. p. 595. — Civilingenieur, 1874. S. 353. — Masch.-Constr., 1874. p. 295, 308, 340; 1875. p. 37, 54, 133. — Polyt. Zeitg, 1874. S. 63. — Dtsch. Gew. Zeitg., 1865. p. 235.

die Trennung beabsichtigt wird. Ist diese Trennungsfläche in Grösse und Form eine bestimmt vorgeschriebene, so ist also auch angezeigt, an welchen Stellen die Molekularkräfte vernichtet werden müssen.

Je nach der Richtung nun, welche die zerstörende Kraft in Bezug auf eine beliebige Linie in dem Körper besitzt, wird letzterer (S. 129.) auf Zug, Druck, Biegung, Schub oder Drehung in Anspruch genommen, wesshalb also auch durch ziehende, drückende, biegende, schiebende oder drehende Kräfte eine Abtrennung einzelner Theile bewirkt werden kann. Bezüglich der Stelle jedoch, wo bei diesen Einwirkungen die Abtrennung stattfindet, ist der Vorgang aber sehr verschieden.

Ein durch Zugkräfte gespannter prismatischer Stab verlängert und verdünnt sich, und zwar bei vorausgesetzter Homogenität ganz gleichmässig durch die ganze Masse, bis der Bruch erfolgt. Die Stelle aber also, wo der Bruch stattfinden wird, ist absolut unbestimmbar. — Dasselbe gilt für die Einwirkung einer Druckkraft, weil auch hierbei eine gleichmässige Verkürzung und Verdickung dem Bruche vorangeht. Unterwirft man dahingegen einen prismatischen Stab, der an einem Ende festgehalten wird, einer biegenden Kraft K, so entsteht ein Moment dieser Kraft Kl, wenn l die Länge des Stabes ist, und wenn K am freien Ende angreift. Diesem Moment Kl ist die Spannung s in dem Stabe proportional, so dass demnach, für eine bestimmte Länge l, die Maximalspannung am Endpunkte dieser Länge, also da sich befindet, wo der Stab festgehalten wird. Weil nun aber der Bruch offenbar dort erfolgen muss, wo die grösste Spannung herscht, so ist in diesem Falle die Trennungsstelle bestimmt und bekannt. (Spannt man einen Metall- oder Holzstab in einen Schraubstock und biegt das freistehende Stück hin und her, so erfolgt der Bruch an den Kanten des Schraubstockmaules.)

Begegnen sich in einem Körper zwei gleiche parallele Kräfte in zwei Ebenen, deren Entfernung gleich ist dem Abstande zweier Molekülschwerpunkte, so werden diese Kräfte ein Verschieben oder Gleiten der zwei Körpertheile an diesen Ebenen veranlassen. Die in diesem Falle auftretende Schubkraft bewirkt daher eine Abtrennung längs einer vollständig bestimmbaren und bekannten Fläche.

Wird endlich ein Stab um seine Schwerpunktsachse an einem Ende gedreht und am anderen festgehalten, so ist auf allen Querschnitten zwischen dem Befestigungspunkt und dem Angriffspunkt eine gleiche Schubkraft thätig, also die Trennungsfläche ebenfalls unbestimmbar.

Man erkennt aus dieser Darstellung, dass nur in zwei Fällen das Wesen des Abtrennungsvorganges eine bestimmte Trennungsfläche hervorruft: bei der Biegung und bei der Abschiebung; und dass in allen anderen Fällen, wo eine Trennung in bestimmter Richtung und an bestimmter Stelle eintreten soll, Mittel zur Anwendung gebracht werden müssen, um diese Stelle festzulegen. Das einfachste Mittel besteht naturgemäss darin, dass man die Stelle, wo die Trennung erfolgen soll, zu einem gefährlichen Querschnitt macht. — Wird daher ein Stab an einer Stelle eingeschnitten und dann auseinander gezogen, so erfolgt die Trennung an der schwachen Stelle. — Da übrigens ein solches Einschneiden auch das Abbrechen, Abdrehen etc. an einer bestimmten Stelle veranlasst, so findet es desshalb oft Anwendung (Abstechen auf der Drehbank, Einhauen oder Einsägen zur Herstellung von Bruchflächen und zum Zertrümmern grosser Materialstücke, z. B. alter Kanonen zum Einschmelzen, Einkerben eines Holzstückes zum Abbrechen, oder eines Baumes zum Fällen etc). —

Weil jedoch nach der Natur des Vorganges das Abbrechen nur eine beschränkte Ausnützung finden kann, und — wie später gezeigt wird — auch die Abschiebung bald aufhört, anwendbar zu sein, so sind noch andere Mittel zur Erreichung des in Rede stehenden Zweckes in Anwendung zu bringen.

Mit grösster Sicherheit, und in ganz bestimmter Weise kann aber auch naturgemäss die Abtrennung bewirkt werden durch Einschiebung eines anderen Körpers zwischen die Moleküle und Fortbewegung desselben längs der vorgeschriebenen Fläche. Aus diesen Gründen, und auch, weil dies Mittel in allen Fällen anwendbar ist, wo es auf eine Abtrennung ankommt, muss es als das wichtigste und vorzüglichste für die Entfernung eines Körpertheils hingestellt werden. Der Vorgang, der bei dieser Art der Trennung stattfindet, heisst im Allgemeinen das Schneiden, und das dazu dienende Werkzeug das Schneidwerkzeug oder schneidende Werkzeug (Outil tranchant, *Cutting tool*, *Edge-tool*).

Sieht man demnach von dem Abbrechen als einem wenig wichtigen Mittel zur Trennung ab, so sind es nur die scherenden und schneidenden Werkzeuge, welche, als die vornehmlichsten, einer besonderen und eingehenderen Untersuchung bedürfen.

Zunächst ist dabei vorauszuschicken, dass beide Gattungen von Werkzeugen aus gehörig widerstandsfähigem Material hergestellt werden müssen, also bei Anwendung auf Metall und Holz am zweckmässigsten aus Stahl, (daher das Werkzeug oft kurzweg Stahl genannt wird) der für jeden einzelnen Fall den passenden Härtegrad (S. 13) erhält.

Das Eindringen eines schneidenden Werkzeugs in ein Material hängt offenbar wesentlich von seiner Form ab, so zwar, dass diese in der Regel die Brauchbarkeit bedingt.

Im Allgemeinen muss der angreifende Theil des Schneidwerkzeugs eine keilförmige Gestalt d. h. eine von, gewöhnlich zwei, Flächen gebildete Linie (Schneidlinie, Schneide, Schneidkante [Taillant, *Edge*]) haben, wobei die zusammenstossenden Flächen denjenigen Winkel einschliessen, der die Schärfe (Zuschärfung) bestimmt (Zuschärfungswinkel), während der zum Angriff kommende Winkel der Schneidwinkel ist, der sowohl grösser als kleiner als der Zuschärfungswinkel sein kann.

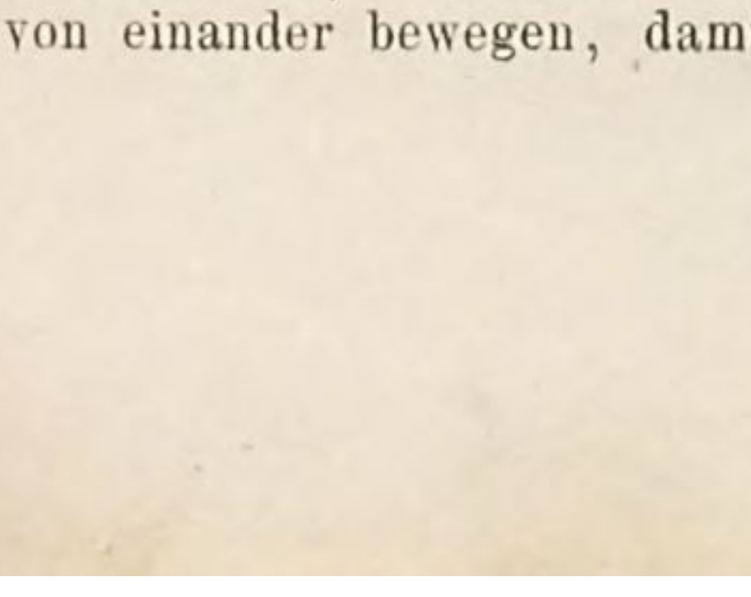


Fig. 240.

Betrachtet man nunmehr die Wirkung eines Keiles mit Hilfe der Fig. 240, so erkennt man, dass wenn derselbe mit der Kraft K vorwärts geschoben wird, diese Kraft sich zunächst zerlegen lässt in die zwei Kräfte N und N,, welche normal auf den Keilseiten stehen.

Es finden dann die Beziehungen Statt:

$$\frac{N}{K} = \frac{a\,c}{b\,c} = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$$

und

$$\frac{N_1}{K} = \frac{a\,b}{b\,c} = \frac{\sin\gamma}{\sin\alpha}$$

Dringt nun der Keil mit der Schneide a in das Material, also zwischen zwei Reihen von Molekülen ein, so werden die letzteren längs der Schneidekante von einander gerissen. Soll sodann die Wirkung des Keiles fortgesetzt werden, so müssen sich diese Molekülreihen immer mehr und mehr von einander bewegen, damit der stetig dicker werdende Keil zwischen

dieselben eindringen kann. Diese Ausweichung wird unmittelbar an der Schneidkante a, Fig. 241 durch einen Theil n der Normalkraft N_1 mittelst Abscherung hervorgebracht, und weiter von der Schneidkante entfernt durch ein Biegmoment, welches das abgetrennte Stück an der schrägen Keilfläche in die Höhe biegt, wobei eine zylindrisch ausgehöhlte Keilfläche das Abfliessen sehr erleichtern kann, Fig. 242. Da die abscherende Kraft aber, wie später gezeigt wird, zunächst eine Kompression und darauf erst eine völlige Abtrennung verursacht, so erklärt es sich, weshalb in dem vorliegenden Falle gewöhnlich der abgehobene Theil noch seinen Zusammenhang und einen gewissen Grad von Festigkeit behält. Das abgetrennte Stück, welches der Span (Copeau, *Chip*) genannt wird, nimmt ausserdem noch einen Theil der Kraft auf, welche das Eindringen des Keils bewirkt, und erleidet in Folge dessen eine Zusammenstauchung in der Längenrichtung. Diese ist so erheblich, dass die ursprüngliche Länge des Spanes oft um 25 bis 30 Prozent verringert, die Dicke desselben aber entsprechend vergrössert wird. — Wenn ein solcher Span von einem Arbeitsstück abgenommen wird, in dem sich eine kreisförmige Oeffnung befindet, so wird die Oeffnung in dem Spane als Ellipse erscheinen, deren kleine Achse in der Bewegungsrichtung des Werkzeugs liegt.

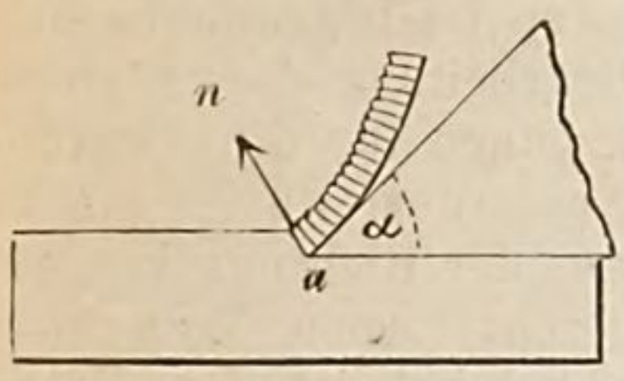


Fig. 241.

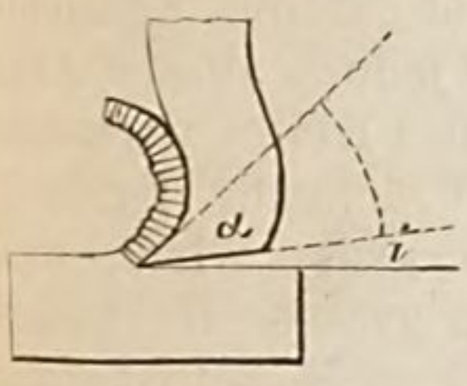


Fig. 242.

Diese beim Abheben des Spanes stattfindenden Vorgänge erhalten ihre Bestätigung durch die Beschaffenheit der Späne selbst, indem das Kürzer- und Dickerwerden die Zusammenstauchung, die spiralige Krümmung die Abbiegung beweisen, und indem das Vorhandensein unzähliger Querrisse auf die abscherende Wirkung des Werkzeugs schliessen lässt.

Die Spannung in dem Span, also der Widerstand, den derselbe seiner Biegung entgegensetzt, erzeugt, weil der Keil eingeklemmt wird, einen Druck des letzteren gegen die Unterlage und in Folge dessen eine Reibung, welche bei der Bewegung des Werkzeugs ebenfalls Arbeit konsumirt.

Die mechanische Arbeit also, welche von dem Keil zum Abheben eines Spanes verrichtet werden muss, setzt sich zusammen aus der Arbeit zum Eindringen und zum Abheben — wobei die Arbeit für die Abscherung, die Aufbiegung, die Stauchung in Betracht kommt — sowie der Arbeit, welche die Reibung an der unteren Keilfläche veranlasst.

Da nun offenbar dasjenige Werkzeug als das beste angesehen werden muss, welches unter sonst gleichen Umständen einen Span mit dem geringsten Arbeitsaufwand abnimmt, also mit einem bestimmten Quantum Arbeit das grösste Quantum Späne liefert, so sind vor Allem die Umstände und die Regeln, bei denen letzteres stattfindet, von eingehender Wichtigkeit.

Es ist sofort zu erkennen, dass der Zuschärfungswinkel α, Fig. 242, hierbei die bedeutendste Rolle spielt. — Zunächst hängt die Grösse der Kraft, welche das Eindringen in das Material veranlassen soll, von der Grösse dieses Winkels ab, indem sie mit dem Winkel wächst und abnimmt. Aus diesem Grunde soll der Winkel so klein als möglich genommen werden. — In erster Linie setzt hier jedoch das Material, aus dem das Werkzeug besteht, und sodann das zu bearbeitende Material eine Grenze. Soll nämlich das Werkzeug die gehörige Widerstandsfähigkeit besitzen, so muss seine Querschnittsfläche so gross sein, dass es der zerdrückenden Kraft nicht

nachgiebt, also der Festigkeit des zu bearbeitenden Materials angemessen sein. Weil sie demnach für festes Material grösser ausfällt, als für weniger festes, also z. B. für Metall grösser als für Holz, so ist begreiflich, weshalb der Schneidwinkel an Werkzeugen für die Bearbeitung der härteren Metalle grösser sein muss, als derjenige an Werkzeugen für die Bearbeitung der weichen Metalle, des Holzes u. s. w. Ausserdem würde ein zu dünnes Werkzeug sich leicht verbiegen, dadurch aus der Richtung kommen (sich verlaufen, oder sich fangen) und den vorgeschriebenen Weg nicht inne halten. Bei einem möglichst kleinen Schneidwinkel ist der Krümmungshalbmesser, nach dem sich der Span in die Höhe biegt, gross und demnach nicht nur die zur Aufbiegung zu verwendende Arbeit, sondern zugleich auch die Abscherungs- nnd Stauchungsarbeit, die sich im Spane anhäuft, klein, so dass aus diesem Grunde ebenfalls der kleine Schneidwinkel den Vorzug zu verdienen scheint. Es ist nunmehr jedoch ausser Acht zu lassen, dass sowohl der nicht auf die obere Fläche des Keiles wirkende Gegendruck N_1 als auch die, auf die untere Fläche drückende Kraft N eine gewisse Reibung erzeugen, welche schon desshalb gross wird, weil die Fläche im Allgemeinen sehr rauh ist und daher einen grossen Reibungskoeffizienten hervorruft. Die Grösse des Normaldruckes N selbst aber hängt ebenfalls, unter sonst gleichen Umständen, von dem Schneidwinkel aber in umgekehrter Weise ab, d. h. N wächst, wenn der Winkel α abnimmt und wird Null für $\alpha = 90$ Grad. Um daher die auf Ueberwindung dieser Reibung zu verwendende mechanische Arbeit klein zu gewinnen, muss der Schneidwinkel α gross werden!

Die Drücke N_1 und N sind ja eine Folge der Pressung, welche die Elastizität des abzuhebenden Spanes, also dessen Widerstand gegen das Aufbiegen auf den Keil ausübt. Da dieser Widerstand mit der Breite des Spanes im einfachen Verhältniss, mit der Dicke aber im Quadrat und endlich mit der Abnahme des Winkels wächst, so sind hierdurch die Bedingungen bekannt, unter welchen die Reibungsarbeit klein ausfällt.

Somit stehen jedoch die beiden Arbeiten, welche beim Abheben eines Spanes in Frage kommen: «die Arbeit für das Eindringen und Aufbiegen und die Arbeit zur Ueberwindung der Reibung» in solcher Beziehung zu einander, dass sie sich entgegengesetzt zu einander ändern; die erstere nimmt ab, wenn der Schneidwinkel kleiner wird, die zweite nimmt ab, wenn der Schneidwinkel grösser wird.

Die Reibung wird vermindert durch die Verkleinerung der Elastizität des Spanes. Diese aber tritt ein, wenn der Molekularzusammenhang des Spanmaterials geringer wird: durch die Vernichtung des Molekularzusammenhanges ist daher ein Mittel geboten, die Reibungsarbeit zu verringern. Da nun jeder Körper über die Elastizitätsgrenze hinaus gebogen eine bleibende Formveränderung und eine Elastizitätseinbusse erleidet, so kann man zwar durch starkes Aufbiegen den Widerstand des Spanes vernichten, bestimmt aber dadurch, dass man den Span im Augenblicke des Entstehens abbricht. Die bei dem Eindringen des Keiles in das Material eintretende Abscherung, welche die Widerstandsfähigkeit des Spanes gegen das Verbiegen wesentlich vermindert, kann daher durchaus nicht von vornherein als eine nutzlose Arbeit bezeichnet werden; sie kann sogar die Gesammtarbeit verkleinern, indem sie die Reibungsarbeit herabdrückt. Weil aber die Möglichkeit einer solchen Abscherung ebenfalls von der Grösse des Schneidwinkels abhängt, so folgt also um so mehr der Schluss, «dass der Schneidwinkel, bei dem die Gesammtabtrennungsarbeit ein Minimum wird, zwischen 0 und 90° liegen muss.»

Es ist ferner bei einer stetigen Berührung der unteren Werkzeugfläche

mit der oberen Fläche des Arbeitsstückes der Widerstand gegen das Gleiten, wegen der Rauhigkeit der Unterlage, ohne Frage sehr viel grösser, als wenn die Berührung nur an der Schneidkante allein, d. h. an einem sehr schmalen Streifen stattfindet. Aus diesem Grunde ist es zweckmässig und rathsam, die Flächen unter einem gewissen Winkel gegen einander zu neigen, also das Werkzeug A unter einen Winkel i, Fig. 242, gegen die Arbeitsfläche anzustellen (Anstellungswinkel), in welchem Falle der Zuschärfungswinkel α mit dem Anstellungswinkel i den eigentlichen Schneidwinkel bilden. — Um das Werkzeug dabei nicht zu schwächen, muss der Winkel i klein genommen werden, nämlich bei Metall etwa 3 bis 4 Grad.

Ueber die zweckmässigste Grösse des Winkels $\alpha + i$ und der Einzelwinkel herrschen noch auseinandergehende Ansichten, die auf Erfahrung begründet sind. Während eine sehr ausführliche und mit Genauigkeit angestellte Versuchsreihe z. B. ergeben hat [1]), dass im Durchschnitt

für Schmiedeisen $\alpha = 51^0$ und $i = 3^0$, also $\alpha + i = 54^0$
für Gusseisen $\alpha = 51^0$ und $i = 4^0$, also $\alpha + i = 55^0$
für Bronze $\alpha = 66^0$ und $i = 3^0$, also $\alpha + i = 69^0$

diejenigen Winkel bilden, bei denen der geringste Arbeitsaufwand stattfinden soll, werden von anderer Seite diese Winkel für unzweckmässig erklärt, weil die Werkzeuge zu schnell ihre Schneide verlieren, d. h. stumpf werden. — (Die üblichen Winkel sollen später bei den einzelnen Werkzeugen und den sie führenden Werkzeugmaschinen angegeben werden.)

Es ist in den vorstehenden Betrachtungen stets stillschweigend vorausgesetzt, dass die Lage der Schneide rechtwinklig zu der Bewegungsrichtung steht. Nimmt man jedoch den Fall, dass (Fig. 243) die Schneide a b mit der Kraftrichtung eine um den Winkel β von dem rechten Winkel abweichende Lage besitzt, so ist leicht nachzuweisen, dass, wenn der Zuschärfungswinkel α ist, der nun zur Wirkung kommende Schneidwinkel α_1, gemessen in der Ebene x x der Kraftrichtung, kleiner als der Zuschärfungswinkel sein muss und zwar nach der Beziehung:

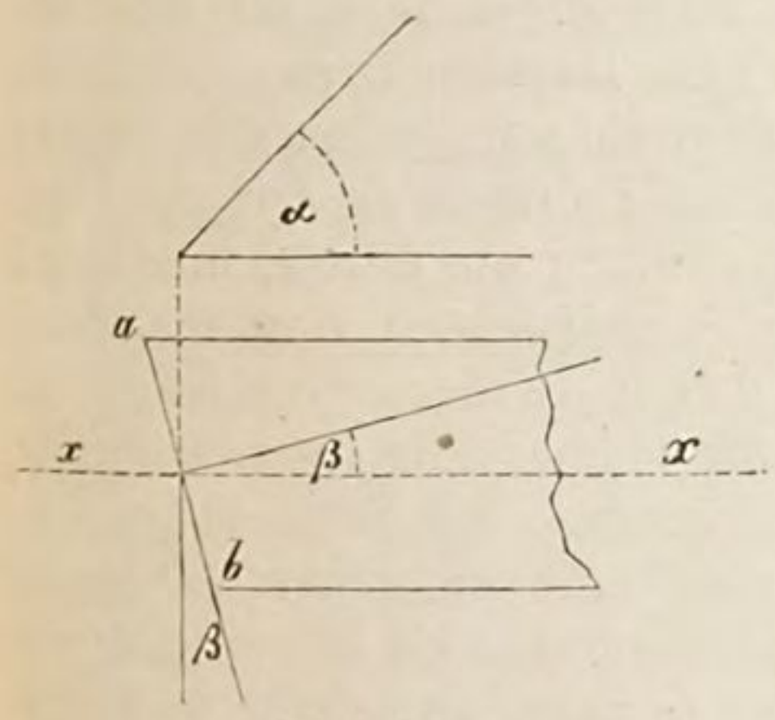


Fig. 243.

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha \,.\, \cos \beta.$$

Ist hiernach z. B. der Winkel $\alpha = 54^0$ und der Winkel $\beta = 30^0$ so ist

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = 1{,}376 \,.\, 0{,}866 = 1{,}1916$$

also

$$\alpha_1 = 50^0.$$

Der Winkel α_1, welcher der reduzirte Zuschärfungs- oder Schneidwinkel genannt werden mag, muss, weil er kleiner ist als der wirkliche Schneidwinkel, das Schneiden wesentlich erleichtern, aus welchem Grunde deshalb schräg stehende Schneiden in vielen Fällen sich als höchst nützlich erweisen. — Ausserdem haben sie noch einige andere Vortheile. Zunächst fliesst der Span besser ab. Bei den rechtwinklig stehenden Schneidkanten muss sich der Span so aufrollen, dass die Spankanten in zwei parallelen Ebenen sich befinden (Fig. 244 A., s. f. S.). Bei den schräg gestellten Kanten dahingegen gleitet der Span auch seitwärts ab und bildet je nach der Grösse des Ablenkungswinkels mehr oder weniger schraubenartig gewundene Späne, Fig. 244 B, C, D. Ein zweiter Vortheil liegt noch darin,

1) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1865. S. 622; 1866. S. 206. — Dingler's Journ., Bd. 176. S. 431. — Polyt. Centr., 1865. S. 353. — Civiling., 1874. S. 353.

dass die Schneide bei dem ersten Angriff nicht auf ihrer ganzen Länge gleichzeitig, sondern allmählich zum Angriff gelangt, wodurch der Stoss wesentlich abgeschwächt wird.

Besonders wichtig wird die schräg gestellte Schneide für die Holzbearbeitungswerkzeuge, wenn sie quer gegen die Fasern wirken sollen, weil dann der Schnitt besonders glatt wird. Steht nämlich die Schneide rechtwinklig zur Druckrichtung, so fasst sie eine Reihe Holzfasern und drängt sie, wegen der grossen Nachgiebigkeit des dahinter liegenden Materials zunächst gemeinschaftlich zurück. Tritt

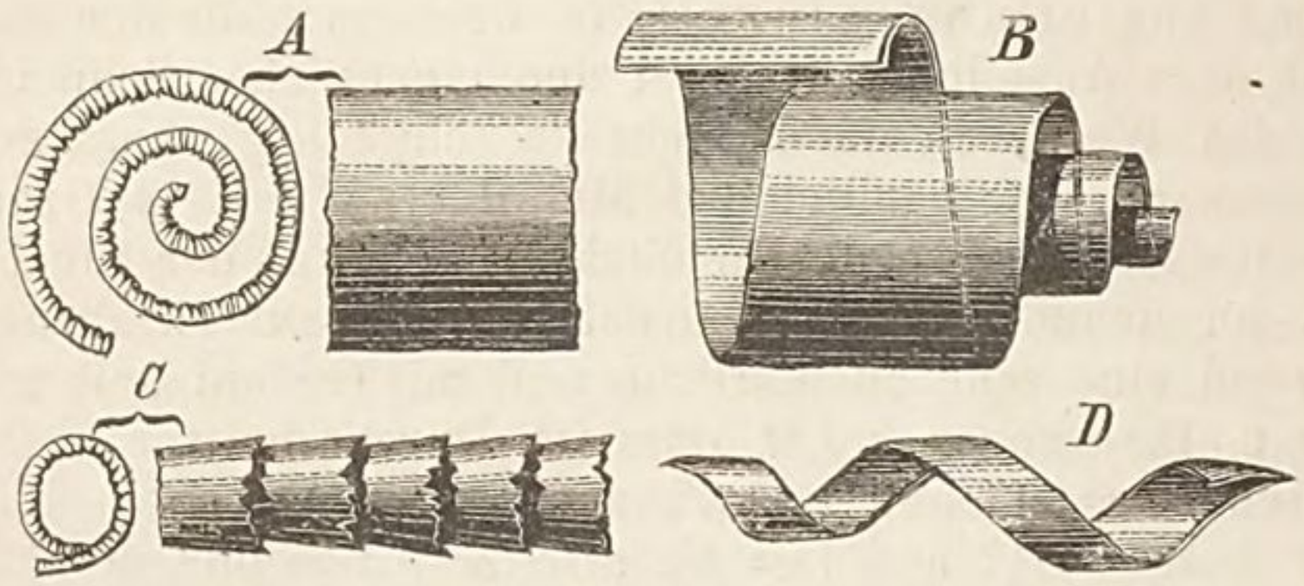


Fig. 244.

dann eine Trennung ein, so ist diese stets mit dem Herausreissen einiger Fasern und mit einem Abreissen anderer verknüpft. Ist dahingegen die Schneide schräg gestellt, so veranlasst die Druckkraft unwillkürlich eine Seitenbewegung in der Schneidrichtung, also ein geringes Schieben. Dadurch aber kommt ausser dem reduzirten Winkel noch die ausgezackte Beschaffenheit der Schneide als eine Art Säge zur Wirkung, so dass nunmehr die Fasern vollständig glatt abgeschnitten werden. — Dass diese fein ausgezackten Kanten selbst bei den feinsten Schneiden, z. B. Rasirmessern, vorhanden sind, ist durch ein Mikroskop zu sehen, und dass sie vorhanden sein müssen, ist leicht zu erklären, weil selbst das hochfeine Polirpulver auf der Oberfläche der Kantenseiten Furchen zurücklässt, welche an der Schneide als kleine Rinnen auslaufen, die bei den, auf Schleifsteinen angeschliffenen Werkzeugen um so grösser sind, je gröber das Korn des Schleifsteins ist.

Desgleichen ist bei der obigen Darlegung über die Beziehung des Schneidwinkels zu der Wirksamkeit des Werkzeuges, die Schneidkante als eine geradlinige angenommen worden, in einer Ebene rechtwinklig zur Bewegungsrichtung. Es lassen sich aber leicht Fälle denken, in denen es zweckmässig erscheint, der Schneidkante eine andere, z. B. polygonale oder kreisförmige Gestalt zu geben [1]). Auch hier lässt sich unter wiederholter Anwendung der oben entwickelten Sätze die Wirkungsweise leicht darstellen. Treten z. B. zwei Schneiden a und c unter einem Winkel γ, Fig. 245 A zusammen, so bilden die Winkel man und nco die Zuschärfungswinkel jeder Schneide, wenn die Zuschärfung von Innen erfolgt, was aus leicht einzusehenden Gründen allein zulässig ist. Der Span bekommt die Gestalt eines dreieckigen Prismas, wovon zwei Seiten an dem Werkzeug herstreifen müssen, damit das Prisma sich abhebt. Die Folge davon ist eine Querzusammenstauchung, welche um so grösser wird, je kleiner der Winkel γ ist. Das Abfliessen des Spanes ist daher bedeutend gehemmt.

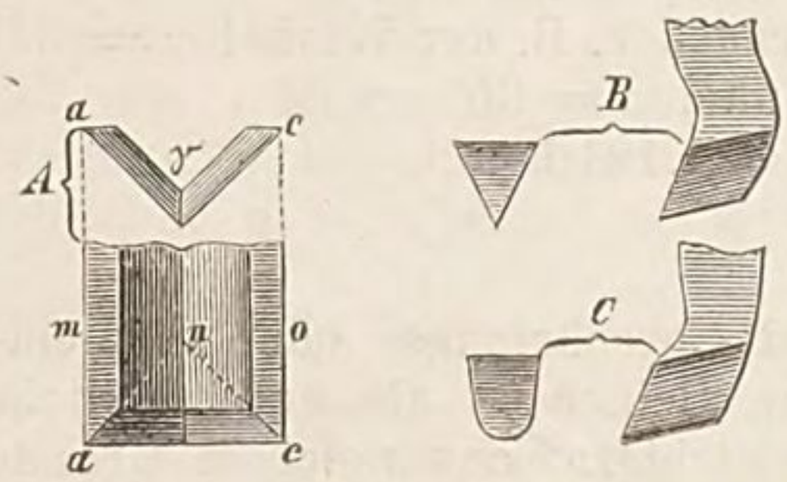


Fig. 245.

1) Polyt. Centr., 1869. S. 1483.

Desshalb ist die Anwendung der Werkzeuge mit polygonaler Schneidlinie nur in den Fällen zulässig, wo ein sehr nachgiebiges Material vorhanden ist, z. B. Holz, oder wo kein volles Prisma, sondern nur zwei unter einem Winkel γ zusammenhängende Späne weggenommen werden sollen. — Bildet man jedoch die schneidenden Kanten nur dadurch, dass man ein massives dreieckiges Prisma schräg zur Achse abschneidet, so findet ein Abfliessen des Spanes verhältnissmässig gut Statt, weshalb diese aus dreieckigen Prismen gebildeten Schneidwerkzeuge häufig als sogenannte Spitzstähle Fig. 245 B Verwendung finden, obgleich die Schneidwinkel ungünstig sind.

Ist die Schneidlinie nach einem Bogen gekrümmt, so lässt sie sich auffassen als eine Schneide aus unendlich vielen, kleinen, zusammenstossenden, geraden Schneidlinien. Bildet dann eine innere Fazette die Zuschärfung: ist also das Werkzeug rinnenförmig, so findet das Abfliessen nur geläufig Statt, wenn der Krümmungshalbmesser der Schneidlinie ziemlich gross ist. — Wird dahingegen die Schneidkante hergestellt durch Abschrägen eines massiven Zylinders, so kann nur die untere runde Kante als Schneide angenommen werden, weil an den Seiten aufwärts der Winkel sehr bald die günstige Grösse überschreitet. Dennoch stehen diese Werkzeuge in der Metallverarbeitung (als Rundstähle[1]) Fig. 245 C, vielfach in Benutzung.

Schon S. 210 wurde darauf hingewiesen, dass die Kraft zur Abnahme eines Spanes in geradem Verhältniss mit dessen Breite und in quadratischem mit dessen Dicke zunimmt. Aus diesem Grunde soll man eher breite als dicke Späne abzuschälen suchen, um so mehr, als die Dicke überhaupt bald begrenzt wird, wenn nicht zur Herbeiführung der nöthigen Festigkeit das Werkzeug zu schwer und zu plump werden soll. Namentlich ist bei den Werkzeugen der Werkzeugmaschinen die Spandicke ein sehr wichtiger Faktor. Im Allgemeinen darf ein Metallspan die Dicke von 1 bis 2 mm. nicht überschreiten. Wenn es sich demnach um die Beseitigung einer dickeren Schicht handelt, z. B. um die Schicht a b c d des Arbeitsstückes A Fig. 246, so muss diese in weitere Parallelschichten und wenn diese, der Breite wegen, ebenfalls nicht auf einmal weggehoben werden können, in Querschichten nach den Linien m n zerlegt werden; so dass bei jedem Angriff nur ein Prisma a m o, m o m p u. s. w. beseitigt wird. Das Werkzeug, welches dann eine Breite gleich der Breite a m dieses Prismas haben muss, hebt dasselbe so ab, dass es sich längs der Seite m o abreisst.

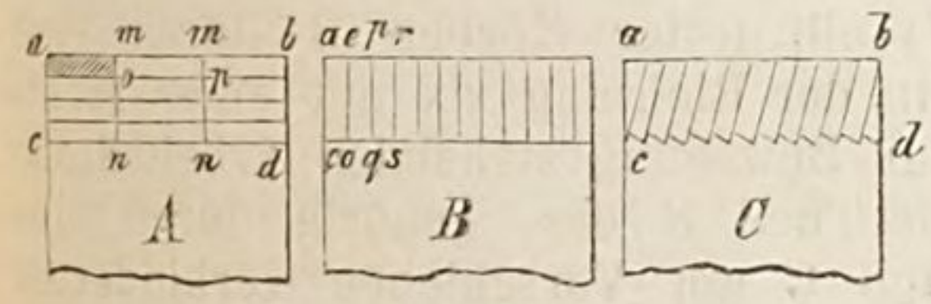


Fig. 246.

Die Eintheilung der Schichten lässt sich offenbar aber auch so treffen, dass die Späne seitwärts abgehoben werden, nach den Linien e o, p q, r s u. s. w., Fig. 246 B. In beiden Fällen sind die Trennungsflächen, also die Widerstände und die Trennungsarbeiten gleich. Im letzteren Falle jedoch kann das Werkzeug gewöhnlich eine in Bezug auf seine Festigkeit günstigere Gestalt erhalten, indem es in der Bewegungsrichtung sehr breit wird, weshalb diese Methode dickere Schichten durch Theilung fortzunehmen, die häufigste Anwendung namentlich in der Modifikation findet, wie Fig. 246 C zeigt, dass nämlich die Schichten etwas schräg liegen, weil dann ein Anstreifen des Spanes an die rauhe Unterfläche c d vermieden wird.

---

1) Polyt. Centr., 1869. S. 1433; 1874. S. 1143. — Masch. Constr., 1869. S. 85.

Bei Holz [1]) bedingt die faserige Struktur in Bezug auf die Spandicke andere Rücksichten. Dringt das Werkzeug an der Hirnfläche in das Holz ein, also in der Richtung der Fasern und löst diese in Spänen ab, so tritt bei gewisser Spandicke der Zustand ein, wo der Widerstand des Spanes gegen das Aufbiegen grösser wird, als sein Zusammenhang mit dem Holzkörper selbst. In Folge dessen eilt dann gewissermassen die Abtrennung der Schneide voraus, nunmehr dem Faserlauf folgend. Dieser Vorgang, der das Spalten (Fendre, *Cleave*, *Split*, *Slit*) oder auch das Splittern heisst, wird zwar in manchen Fällen absichtlich herbeigeführt, in den mehrsten Fällen übrigens vermieden. Das Spalten und Aufreissen kann vermieden werden entweder durch Abnahme sehr dünner Späne, die verhältnissmässig sehr breit sein können, oder durch einen Druck auf die Spanoberfläche, der die Holzsubstanz gewissermassen zwingt, sich dem schneidenden Werkzeug darzubieten, oder endlich durch eine so grosse Geschwindigkeit des Werkzeugs, dass die Abtrennung in so kurzem Zeitraume geschieht, dass die Nachbarfasern nicht in die Wirkung hineingezogen werden können. — Aus letzterem Grunde namentlich, erhalten die Werkzeuge der Holzbearbeitungsmaschinen oft so ausserordentlich grosse Geschwindigkeiten.

Wenn der Zuschärfungswinkel α den Werth von 90° annimmt, so wird, unter der Voraussetzung, dass die vorwärtsschiebende Kraft K rechtwinklig zu der vorderen Werkzeugfläche steht, die Normalkraft N = Null und $N_1 = K$, d. h. es wird dann die volle Kraft K auf das Vorschieben des Spanes verwendet. Weil die Richtung der Kraft K aber mit der unteren Spanfläche parallel ist, so kann ein Abheben des Spanes nach oben, also ein Aufbiegen, nicht mehr stattfinden; der Span wird vielmehr vor dem Werkzeug her-, demnach von dem Arbeitsstück abgeschoben oder abgeschert. — Die Abscherung oder Abschiebung tritt daher in dem Falle ein, wo (Fig. 247) ein fester Körper B durch eine Kraft K in der Richtung x x mit einer rechtwinklig zur Bewegung stehenden Arbeitsfläche gegen den Theil S des, gehörig durch eine feste Wand C am Verschieben verhinderten Arbeitsstückes A bewegt wird.

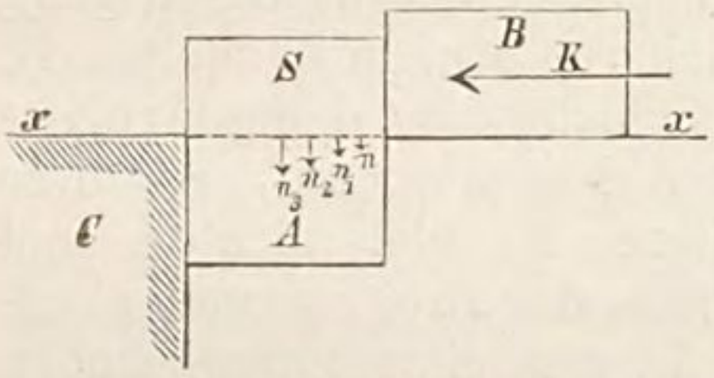


Fig. 247.

Die Duktilität des Arbeitsmaterials verhindert jedoch, dass der, auf die angegriffene Fläche wirkende Druck sich beim Angriff sofort von Molekül zu Molekül, also durch die ganze Masse vertheilt, und dass eine augenblickliche Trennung längs der Abscherungsfläche erfolgt. Es tritt vielmehr zuerst in dem angegriffenen Theil eine Stauchung oder Kompression, und nur so weit, als das Werkzeug B vordringt, eine Abtrennung ein. Diese Kompression wächst natürlich mit dem Vorrücken des schiebenden Stückes B und zwar so lange, bis zwischen ihr und der Widerstandsfähigkeit des Materials in sich oder an der Abscherungsfläche, Gleichgewicht entsteht. Ein weiteres Vorrücken des Werkzeugs hat dann — unter der Voraussetzung, dass das Stück S nicht in sich zerdrückt wird — das Abschieben des letzteren zur Folge, das nunmehr, wie aus diesem Vorgange leicht zu erklären, plötzlich und stossartig geschieht. An der Schnittfläche sind daher auch zwei Zonen zu erkennen, eine mit glatter Fläche, bei dem ersten Vorrücken des Werkzeugs entstehend, und eine mit rauher, abgerissener Fläche.

---

1) Masch. Constr., 1871. S. 174; 1872. S. 27.

Bezeichnet man mit d die Dicke (Höhe) des Stückes S, mit b seine Breite und mit l die Länge in der Bewegungsrichtung gemessen, und sodann mit w seine Widerstandsfähigkeit gegen das Zerdrücken und mit s diejenige gegen Abscherung, so ist Gleichgewicht in den Spannungen vorhanden, wenn

$$w\,d\,b = s\,b\,l$$

oder $$w\,d = s\,l$$

woraus sich bei gegebener Dicke und Breite die Länge

$$l = d\,\frac{w}{s}$$

und andererseits die Dicke

$$d = \frac{s}{w}\,l$$

ergiebt, bei der eine Abscherung ohne Zertrümmern des Körpers noch vorgenommen werden kann, unter der Voraussetzung jedoch, dass die Spannungen w und s den bezüglichen Flächen proportional sind. Nimmt man dann, wie oft üblich z. B. für Schmiedeisen

$$s = \frac{4}{5}\,w$$

so wird

$$l = \frac{5}{4}\,d \text{ und } d = \frac{4}{5}\,l.$$

Angenommen z. B., es soll eine Schicht von 2 mm. Dicke abgeschoben werden, so kann ihre Länge nur 2,5 mm. sein. — Wie jedoch bereits S. 139 ausführlich erörtert wurde, findet bei jeder Kompression eines Körpers auch ein Ausfliessen nach allen Seiten Statt, dessen Folge eine Kraftfortpflanzung ist. Daher entstehen an der Abscherungsfläche (Fig. 247) Normaldrücke n, n_1, n_2, n_3 u. s. f., und verursachen noch eine Art Reibungswiderstand, welcher, wenn φ der Koeffizient dieses Widerstandes genannt wird, gleich ist $\varphi\,\Sigma\,(n)$ und nicht einfach proportional der Abscherungsfläche sein kann, weil die Kompression und damit die Drücke n sich allmählich vergrössern. Wenn man daher diesen Widerstand in s mit einschliesst, so ist dieser Koeffizient nicht mehr der Fläche, sondern vielmehr der Kompression proportional. Daher erklärt es sich wohl, weshalb s im Allgemeinen bei geringen Längen l kleiner als bei grossen ist. — Die mechanische Arbeit zum Abschieben eines Metallstücks von oben angegebenen Dimensionen würde, wenn s der Fläche proportional angenommen wird, sein:

$$A = \frac{(b\,l\,s)\,l}{2}$$

(weil der Widerstand allmählich bis zum Schluss des Arbeitsweges auf Null herabsinkt) also ist die Arbeit für die Flächeneinheit

$$a = \frac{s\,l}{2}$$

oder in Meterkilogramm ausgedrückt, wenn l Millimeter und s Kilogramm bedeuten

$$a = \frac{l\,.\,s}{2000}$$

wonach die Arbeit also proportional der Länge oder eventuell der Dicke des Arbeitsstückes ist.

Nimmt man dann beispielsweise als Arbeitsmaterial das Schmiedeisen, so ist $s = 39{,}0$, und also die Arbeit pro □ mm.

$$a = \frac{l \,.\, 39}{2000} = 0{,}0195\, l.$$

Nach ausführlichen Versuchen von Hartig[1]), an Lochmaschinen und Scheren ist aber diese Arbeit

$$a = 0{,}25 + 0{,}0145\, l,$$

so dass wenigstens für Eisen die oben angegebene Vermuthung zutrifft. Ist $l = 5$ mm., so giebt die erste Formel

$$a = 0{,}0975$$

die zweite Formel dagegen

$$a = 0{,}3225.$$

Für $l = 25$ mm. ergiebt sich nach der ersten Formel

$$a = 0{,}4875$$

und nach der zweiten

$$a = 0{,}6125.$$

Die Werthe nach der ersten, einfachen Annahme sind also bedeutend kleiner, als nach den Versuchsresultaten, doch nähern sich beide allmählich, bis sie bei $l = 50$ mm. übereinstimmen.

Die abscherende Kraft hat daher zwei Widerstände zu überwinden, weshalb die Beziehung gilt

$$K = s \,.\, b \,.\, l + \varphi\, \Sigma\, (n).$$

In dieser Gleichung ist s . b . l unveränderlich durch die Dimensionen und die Festigkeit des Materials bestimmt; $\varphi\, \Sigma\, (n)$ ist, als eine Funktion der komprimirenden Kraft aber von dieser abhängig. Weil die Kompression selbst jedoch unvermeidlich ist, so kann es sich, wenn es darauf ankommt die Kraft auf ein Minimum zu reduziren, nur darum handeln, die Richtung der komprimirenden Kraft so abzulenken, dass die daraus erfolgenden Normalkräfte n möglichst klein werden. Diese Ablenkung kann durch eine schief gegen die Kraftrichtung gestellte Angriffsfläche des Werkzeugs herbeigeführt werden. Denn wenn die Druckfläche unter einem Winkel $\alpha < 90^0$ angreift, so wird das Material des Arbeitsstückes mehr Tendenz gewinnen in der Richtung der Kraft V, Fig. 248 sich zu komprimiren, so dass in Folge dessen die Normalkräfte n u. s. w. kleiner werden. Aus diesem Grunde wird bei den abscherenden Werkzeugen der Zuschärfungswinkel oft kleiner als 90^0 gemacht. — Hierbei sind jedoch zwei Fälle zu unterscheiden: je nachdem nämlich das Material der erwähnten Tendenz folgen kann oder nicht. Wenn das abzuschiebende Stück eine freie Seite hat, so ist ein Ausweichen der Moleküle nach dieser Seite hin immer möglich (wie bei den Scheren). Ist andererseits das Stück von allen Seiten umschlossen (wie bei einem Lochstempel), so kann ein Ausweichen nur bedingungsweise geschehen, nämlich nur dann, wenn sich die rund herumlaufenden Kompressionszonen nicht berühren und also eine neutrale Schicht in der Mitte liegen lassen, wie z. B. beim Ausstossen grosser Scheiben aus dünnem Blech. Berühren sich die Kompressionszonen, so ist eine Verkleinerung des Scherwinkels daher nicht von Nutzen.

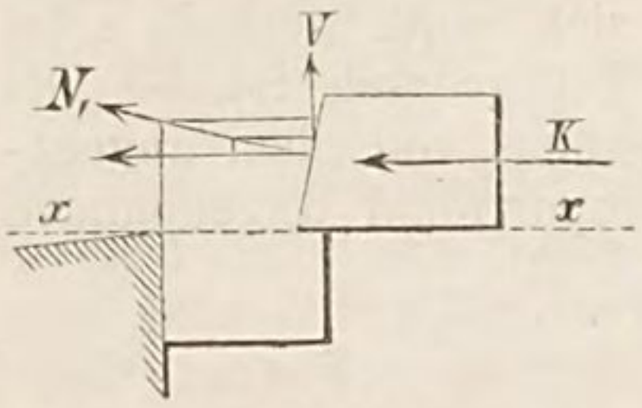


Fig. 248.

1) Hartig, Leistung und Arbeitsverbrauch von Werkzeugmaschinen, S. 53 etc.

Die beim Abscheren stattfindende Erscheinung, dass die Abscherungsflächen nicht mit den Oberflächen der Werkzeuge zusammenfallen[1]), hat ebenfalls ihren Grund in der Kompression des Metalls, denn beim Lochen glühender Metalle z. B., tritt sie wegen der grossen Nachgiebigkeit in diesem Zustande nicht ein. Wenn nämlich das Ausstossen eines Zylinders S, Fig. 249, aus einer Metallplatte A durch einen Zylinder B und einen Gegenhohlzylinder C von gleichem Durchmesser vorgenommen wird, so bilden sich an dem ausgestossenen Stücke und an der Lochwand zwei in einander geschobene Kegelflächen, welche gegen die Basis eine Neigung von etwa 7 Grad haben und das Loch verunstalten. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes muss man den Durchmesser des massiven Zylinders B etwas kleiner als den des Lochdurchmessers machen und zwar um $^1/_4$ der Dicke des zu lochenden Bleches, denn es ist, wenn einer der genannten Kegel bis zur Metalloberfläche verlängert wird, und wenn δ die Blechstärke bedeutet

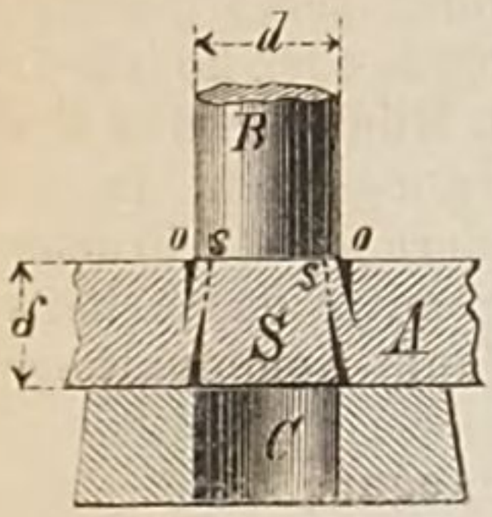


Fig. 249.

$\frac{o\,s}{\delta} = \text{tg } 7^0$. Sollen demnach beide Kegel zusammenfallen, so muss d in $ss = d_1$ verwandelt werden oder weil

$$ss = d_1 = d - 2\,o\,s \text{ ist,}$$

$$d_1 = d - 2\,\delta \text{ tg } 7^0 = d - \tfrac{1}{4}\,\delta, \text{ weil tg } 7^0 = \tfrac{1}{8} \text{ ist,}$$

wenn d_1 den verkleinerten Stempeldurchmesser bedeutet. Zweckmässiger aber ändert man den Stempeldurchmesser und den Durchmesser des Hohlzylinders und zwar so, dass

$$d_1 = d - \delta \text{ tg } 7^0 \text{ und}$$

$$d_2 = d + \delta \text{ tg } 7^0 \text{ wird,}$$

wenn d_2 der vergrösserte Durchmesser der Unterlage ist. Weil $\text{tg } 7^0 = \frac{1}{8}$ ist, so wird in diesem letzteren Falle

$$d_1 = d - \tfrac{1}{8}\,\delta$$

$$d_2 = d + \tfrac{1}{8}\,\delta.$$

Eine, leicht herzustellende, konische Form des Zylinders B und C ist ebenfalls günstig, weil der Abweichungswinkel von der Vertikallinie als Anstellungswinkel wirkt. —

Endlich kann noch der Fall eintreten, dass der Schneidwinkel $\alpha > 90^0$ wird. Dann hört das eigentliche Schneiden ganz auf, indem das fortschreitende stumpfwinklige Werkzeug den Span nur vor sich her schiebt und staucht, ohne dass dabei ein Abfliessen des Spanes möglich wird. Der Vorgang wird dann Schaben, Abschaben genannt, und in manchen Fällen zum Abnehmen dünner Späne demjenigen des Schneidens vorgezogen. —

Damit ein schneidendes oder scherendes Werkzeug zur Wirkung gelangt, muss es in Bezug auf das Arbeitsstück eine relative Bewegung bekommen, die entweder mit der Hand des Arbeiters direkt oder mit Hülfe eines schlagenden oder stossenden Hülfswerkzeuges oder durch thierische und Elementarkraft mittelst Maschinen hervorgebracht wird, in welchem letzteren Falle der ganze Apparat eine Werkzeugmaschine ist. — Diese gegenseitige Bewegung zwischen Arbeitsstück und Werkzeug muss so beschaffen sein, dass das letztere die ganze zu bearbeitende Fläche beschreibt.

---

1) Polyt. Centr., 1864. S. 935. — Dingler's Journ., Bd. 174. S. 14. — Civiling., Bd. X. S. 236.

Mit wenig Ausnahmen erzielt man dies Resultat durch Kombinirung zweier Bewegungen, wovon die eine in der Längenrichtung des Spanes, die andere in der Querrichtung stattfindet. Die erste, welche diejenige Geschwindigkeit bedingt, die durch die Schnittlänge oder Spanlänge gemessen wird, heisst die Haupt- oder Arbeitsbewegung. Die zweite dahingegen, welche durch die Spanbreite bestimmt wird, heisst Fortrückungs- oder Schaltbewegung, weil sie durch sogenannte Schaltwerke hervorgebracht wird. Beide Bewegungen können periodisch wiederkehrende oder kontinuirliche sein. Im ersten Falle geschehen sie ruckweise durch Klinkwerke u. s. w. Sehr oft findet auch eine Kombination beider Bewegungsarten in der Weise Statt, dass die eine Bewegung ruckweise, die andere ununterbrochen vorgenommen wird. Bezeichnet man der Kürze halber mit A das Arbeitsstück und mit W das Werkzeug, so sind folgende Haupt-Kombinationen möglich:

1) A macht die Hauptbewegung, W die Schaltbewegung.
2) W „ „ Hauptbewegung, A die Schaltbewegung.
3) W „ „ Haupt- und Schaltbewegung, A steht still.
4) A „ „ Haupt- und Schaltbewegung, W steht still.

Aus diesen Hauptkombinationen ergeben sich des Weiteren die Nebenverbindungen, je nachdem die einzelnen Bewegungen periodische oder stetige sind.

Die periodischen Bewegungen bedingen selbstredend einen Zeitverlust während der Arbeit, wodurch das Bestreben erklärt wird, zur Vermeidung dieses Zeitverlustes die Bewegungen an Werkzeugmaschinen soviel als möglich zu stetigen zu machen.

I. Von den scherenden Werkzeugen und Werkzeugmaschinen.

Da die eigenthümliche faserige und höchst ungleichartige Beschaffenheit des Holzes die Methode der Trennung nach dem Begriff der Abscherung ausschliesst, so können auch hier nur solche scherende Werkzeuge in Betracht gezogen werden, welche Verwendung bei Metallarbeiten finden.

Die Natur der scherenden Wirkung verlangt, dass das abzuscherende Metall zwischen zwei Körper gebracht wird, welche sich gegeneinander bewegen und auf beiden Seiten des Arbeitsstückes so zum Angriff kommen, dass sie einen Theil desselben von dem anderen parallel zu sich selbst abtrennen. Hierbei ist zunächst erforderlich, dass die beiden Theile des scherenden Werkzeugs so nebeneinander herstreifen, dass die schneidenden Flächen sich nahezu berühren. Wenn die schneidenden Flächen sich dabei als eine offene Linie (gerade oder wenig gebogene) projiziren, so heissen die Werkzeuge Scheren; ist dahingegen die Projektion eine geschlossene Linie (Kreis, Ellipse, Viereck, Polygon etc.) so mögen sie Lochwerkzeuge genannt werden.

Ein anderes unterscheidendes Merkmal zwischen Scheren und Lochwerkzeugen besteht auch darin, dass die Scherschneiden nach und nach, die Schneiden der Lochwerkzeuge aber, mit wenig Ausnahmen, auf der ganzen Länge gleichzeitig zur Wirkung gelangen.

A. Scheren [1]).

Die zwei sich gegeneinander bewegenden Theile a, b der Schere (Cisaille, Cisoire, *Shear*), die Blätter (Scherblätter, Backen, Lames, Mâchoires,

1) Technol. Encyklop., Bd. 12. S. 343. — Hauer, Hüttenwesensmasch., S. 273. — Karmarsch-Hartig, Mech. Techn., S. 249. — Hartmann, Werkzeuglehre, Weimar 1856. Bd. 2. S. 200. — Wiebe, Maschinenbaumaterialien, Bd. 2. S. 420.

Tranchants, *Blades*, *Shear-blades*) treten mit einer Fläche auf das Arbeitsstück A, welche aus, auf Seite 216 entwickelten Gründen gegen die Bewegungsebene y y′ Fig. 250, um einen Winkel α geneigt ist, der gewöhnlich 75 bis 85°, in seltenen Fällen an beiden Blättern verschieden, z. B. an dem Unterblatt b 80° und an dem Oberblatt a 50 bis 55° beträgt.

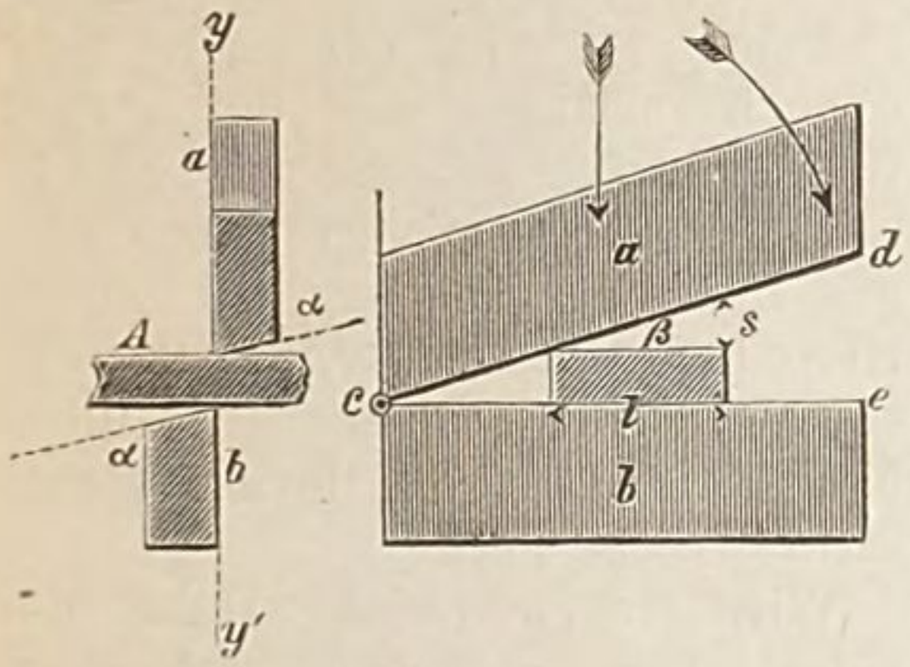


Fig. 250.

Die Blätter a und b nähern und entfernen sich nun von einander entweder in einer Bogenbewegung um c oder geradlinig auf und nieder, wobei es offenbar für die Wirkung gleichgültig ist, ob beide Blätter sich gegen einander bewegen oder ob eins derselben festliegt. Nach obiger Bewegungsart unterscheidet man Bogenscheren und Parallelscheren, oder da die ersteren stets direkt als Hebel zur Wirkung gebracht werden und die letzteren eine Rahmenführung haben müssen, Hebelscheren und Rahmenscheren.

Sowohl bei den Bogenscheren als Parallelscheren erhalten die Schneidkanten c d und c e keine parallele, sondern eine geneigte Lage zu einander. Bei einer parallelen Lage nämlich würden die Schneiden auf der ganzen Länge gleichzeitig zum Angriff kommen und deshalb eine grosse Kraft zur Ueberwindung der Widerstände erfordern.

Bei einer geneigten Lage dahingegen kommen die Schneiden nicht nur nach und nach zum Angriff, wodurch die Kraft kleiner wird, sondern es treten auch die Wirkungen des reduzirten Winkels S. 211 ein. Bei der parallelen Lage der Schneiden ist der Kraftweg gleich der Dicke δ des Arbeitsstückes; bei der geneigten Lage aber ist derselbe um s, Fig. 250, grösser, so dass, wenn im ersten Falle K, im zweiten Falle K_1 die mittlere Druckkraft bedeutet, die Gleichung stattfindet:

$$K\,\delta = K_1\,(\delta + s),\ \text{also}\ K_1 = K\,\frac{\delta}{\delta + s}.$$

Das Wegstück s hängt aber ab von der Schnittlänge, also der Breite l des Arbeitsstückes und von dem Winkel β, unter welchem die Schneiden geneigt sind, denn es ist $s = l\,\mathrm{tg}\,\beta$, also ist auch

$$K_1 = K\left(\frac{\delta}{\delta + l\,\mathrm{tg}\,\beta}\right).$$

Wenn nun zwar der Winkel β (Scherenwinkel) ein Mittel darbietet, die Kraft zu verringern, so darf doch derselbe niemals grösser werden, als derjenige Winkel, dessen Tangente gleich ist dem Koeffizienten der Reibung zwischen dem Arbeitsstück und den Schneiden, weil sonst das Arbeitsstück aus dem Maul der Schere herausgeschoben wird. Da dieser Winkel ungefähr 10° beträgt, so kann man leicht mit Hülfe obiger Formel die reduzirte Kraft K_1 bestimmen.

1. **Hebelscheren.** Die Hebelscheren sind entweder nach dem Prinzip des zweiarmigen oder des einarmigen Hebels konstruirt.

Bei der ersteren Konstruktion werden die Blätter a b, Fig. 251 A, s. f. S., über den Drehbolzen c hinaus verlängert, also mit Griffen (Branches, *Handles*) d e versehen, welche zusammengedrückt das zwischen a b befindliche Metall abscheren. Bei den kleinen Scheren dieser Art

geschieht das Zusammendrücken durch Umspannen der Griffe mit der Hand (Handscheren [1]), Cisailles à main, *Hand-shears*, *Snips*). Die Blätter haben dann eine Schneidlänge (*Cut*) bis zu 90 mm., während die Länge der Griffe etwa das 4 bis 5 fache der Blattlänge beträgt.

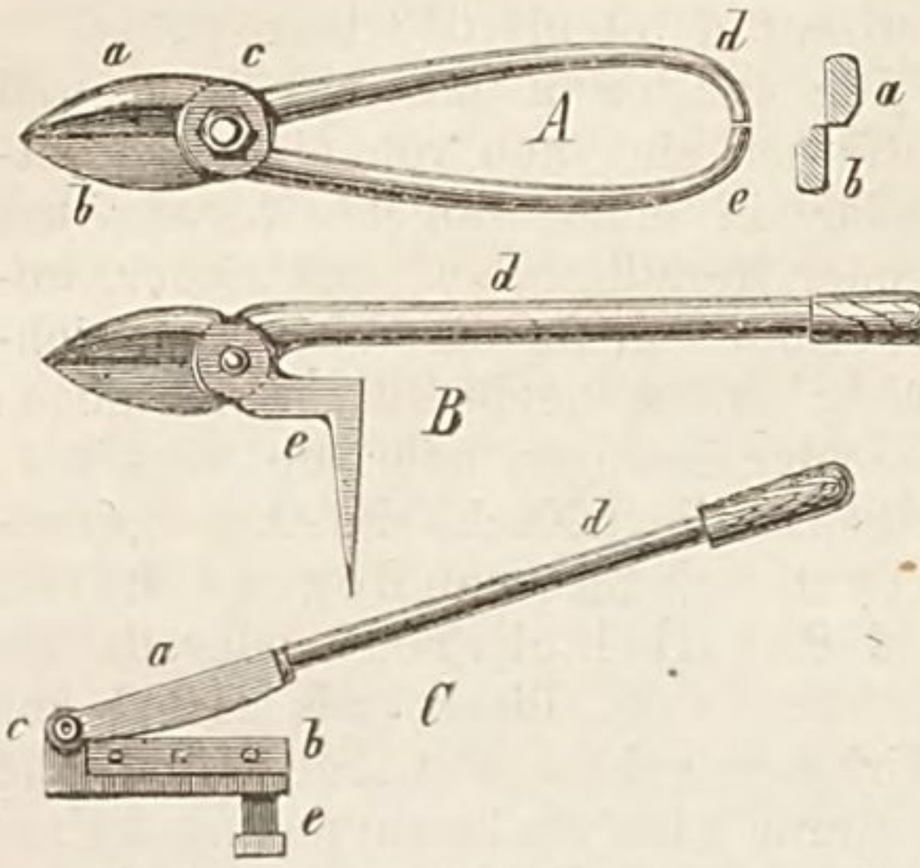


Fig. 251.

Wenn der Handdruck nicht mehr zur Ueberwindung des Widerstandes ausreicht, so wird der obere Griff d noch verlängert und der untere Griff e abwärts gebogen Fig. 251 B, um entweder im Schraubstock eingespannt oder bleibend in einem Klotz befestigt zu werden (Stockschere, Bockschere, Cisaille à banc, C. à bras, C. à levier, *Bench shears*, *Stock shears*).

Wird ein einarmiger Hebel der Konstruktion zu Grunde gelegt, so befindet sich der Drehbolzen c Fig. 251 C am äussersten Scherenende und das obere Scherblatt a in Verbindung mit dem Griff d. Da diese Schere ausschliesslich als Stockschere angewendet wird, so hat das untere Blatt b nur einen Ansatz e zum Festhalten im Schraubstock oder in einem Holzstock, oder das Scherblatt selbst wird seitwärts an einer Werkbank befestigt (Tafelschere). Die grössere mechanische Vollkommenheit der einarmigen Hebelschere liegt zunächst darin, dass man während der Arbeit wegen der festen Lage des unteren Scherblattes nicht, wie bei der zweiarmigen Schere — wo das obere Scherblatt festliegt — das Arbeitsstück zu heben nöthig hat; sodann wird unter sonst gleichen Umständen der Druck auf den Drehbolzen kleiner, dieser dadurch dauerhafter und die Reibungsarbeit geringer, und endlich hat die ganze Schere bei gleichen Hebelverhältnissen eine geringere Länge. Da die Blattlänge bei den Stockscheren bis 300 mm. ja 350 mm. geht, so ist eine zweiarmige Schere bei dem gebräuchlichen Hebelverhältniss 1 : 5, also gleich 1800 bis 2100 mm., eine einarmige aber nur 1500 bis 1750 mm. lang.

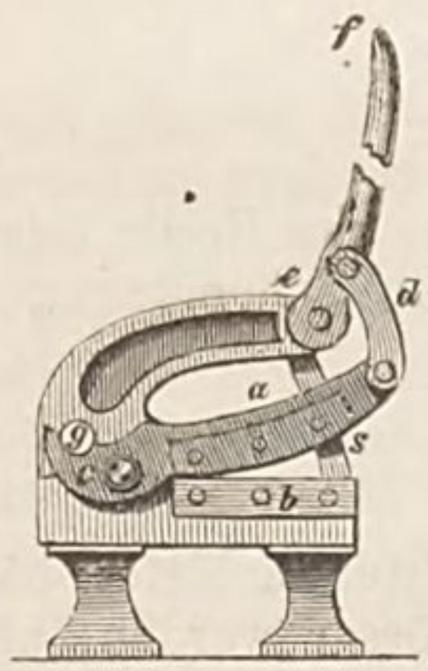


Fig. 252.

Für den Handbetrieb sind neuerdings die Scheren mit kombinirten Hebeln [2]) wegen ihrer grossen Kraftäusserung vielfach konstruirt nnd in Anwendung gekommen. Eine sehr beliebte Anordnung ist aus Fig. 252 ersichtlich. Das obere gekrümmte Scherblatt a bewegt sich um den Drehbolzen c und wird von der Stange s gehörig gegen das untere festliegende Blatt b gedrückt. Dasselbe ist ferner durch das Gelenke d mit dem Krafthebel e f in Verbindung gebracht, so dass beim Niederbiegen des Hebels e f der Schnitt ausgeführt wird.

Bei den grössten Scheren, die, wenn sie durch Elementarkraft betrieben werden, Maschinenscheren, (Machine à cisailler, *Shearing machine*),

---

1) Masch. Constr., 1872. Taf. 24. 2) Mittheil. d. Han. Gew.-Ver., 1862. S. 137. — Dingler's Journ., Bd. 23. S. 214. — Polyt. Centr., 1864. S. 996. — Schweiz. Zeitschr., 1863. S. 9. — Deutsche Gew.-Zeitg., 1862. S. 393.

[Wasserscheren, Dampfscheren[1])] heissen, wird stets das untere Scherblatt festgelegt.

Um dies bei der doppelarmigen Hebelschere (Maulschere, Cisaille à queue) zu erreichen, wird der Arm d des oberen Scherblatts entsprechend verlängert[2]) und während der Arbeit nicht nach unten, sondern nach oben gedrückt, und zwar in der Regel durch eine exzentrische Scheibe, die unter dem Arm auf einer sich drehenden Welle liegt. — Zur Raumersparung konstruirt man diesen Hebel sehr zweckmässig als Winkelhebel (Winkelhebelschere), wovon der eine Schenkel vertikal abwärts hängt, mitunter auch nach oben gewendet ist. Der Antrieb erfolgt dann entweder durch ein Exzenter oder eine Zugstange mit Kurbel, oder durch Däumlinge.

Bei allen grösseren Scheren ist es rathsam, die Scherblätter als besondere Stahlplatten anzufertigen und mit den Scherenkörpern durch Schrauben zu verbinden. Auf solche Weise wird nicht nur die Schärfung der Schere, sondern auch die ganze Herstellung erleichtert, ja mitunter allein möglich, z. B. bei sehr langen Scheren, weil man hierbei die Blätter sogar aus einzelnen kleineren Stücken zusammensetzen kann, die sich leicht anfertigen und beim Härten gegen das Werfen bewahren lassen.

Die Maschinenscheren nach dem Prinzip des einarmigen Hebels werden auch entweder von, durch Kurbeln bewegten Schubstangen oder Exzentern, die an dem verlängerten Hebel d angreifen, angetrieben.

Bei den Hebelscheren mit geraden Schneiden ist der von den Schneiden gebildete Scherwinkel sehr veränderlich (90° bei ganz geöffneten und 0° bei geschlossenen Scheren). Da aber zum Fassen des Arbeitssückes der Scherenwinkel gleich dem Reibungswinkel sein muss und dieser nur bei einer Stellung der Blätter gegen einander vorhanden ist, so ist die Folge davon, dass dickere Stücke erst in grösserer Entfernung vom Drehpunkte gefasst werden können, als dünnere, weil diese Entfernungen proportional den Dicken des Arbeitsstückes sind. Hierdurch entsteht der Uebelstand, dass die Schnitte um so viel kürzer ausfallen, als die Entfernung grösser wird, und dass das Widerstandsmoment mit der Entfernung ebenfalls verhältnissgleich wächst, was um so nachtheiliger ist, als der Widerstand bei dickeren Stücken schon an und für sich grösser ist.

Zur Beseitigung dieses Uebelstandes, d. h. zur Erzielung eines konstanten Scherwinkels giebt es zwei Wege. Entweder werden die Scherschneiden so gekrümmt, dass bei jeder Stellung derselben der Scherwinkel die geforderte Grösse beibehält, oder die Scherblätter erhalten eine Parallelbewegung.

Da die logarithmische Spirale eine Kurve von der Beschaffenheit ist, dass der Radius vektor mit der Tangente überall einen konstanten Winkel einschliesst, so wird das obere Scherblatt, wenn es nach dieser Kurve gekrümmt ist, mit dem geraden unteren Blatte bei jeder Stellung einen konstanten Winkel bilden, wenn die Schneidkante dieses Blattes durch den Kurvenanfangspunkt geht. Deshalb ist es zweckmässig, ein Blatt (am besten das bewegliche) nach dieser Linie zu krümmen[3]). — Die Methode, statt der logarithmischen Spirale einen flachen Kreisbogen zu nehmen, ist nur für ganz kurze Scheren zulässig. — Bei den in Fig. 251 C und Fig. 252 gezeichneten Scheren sind gekrümmte Schneiden angebracht.

---

1) Hütte, 1863. Taf. 4 d.; 1867. Taf. 18. — Armengaud, Public. industr., VI. 63; XII. 64. — Jobard, Bulletin, T. 35. p. 326. — Berg- u. Hüttenm.-Zeitg., 1866. S. 340. Polyt. Centr., 1867. S. 214 u. 216; 1868. S. 862. — Dingler's Journ., Bd. 127. S. 252; Bd. 155. S. 100; Bd. 217. S. 452. — Schweizer Zeitschr., 1848. S. 58. — Hartig, Leistungen der Werkzeugmaschinen, T. I. — Petzoldt, Fabrikation des Eisenbahnmaterials, Taf. XIII. 2) Hauer, Hüttenwesensmaschinen, Taf. XXVI. 3) Mittheil. d. Hann. Gew.-Ver., 1868. S. 104.

Eine zweite Kurve, welche dieselben Bedingungen erfüllt, ist die Kreislinie, da jede Sekante in gleichem Abstande vom Mittelpunkte mit der Kreislinie am Schnittpunkte auch einen konstanten Winkel einschliesst. Verwandelt man daher das obere Scherblatt in eine sich drehende Kreisscheibe und führt das Arbeitsstück unter dem entsprechenden Winkel, also in gehöriger Entfernung vom Mittelpunkt gegen die Scheibe, so wird ebenfalls ein Schneiden unter konstantem Winkel erfolgen. Da in diesem Falle die Fortbewegung des Arbeitsstückes mit, oder auf dem unteren geradlinigen Scherblatt geschehen muss, diese Bewegung aber umständlich und unvortheilhaft ist, so setzt man an die Stelle dieses geraden Blattes auch eine Kreisscheibe, welche sich der ersteren entgegengesetzt dreht. Dadurch entstehen die Kreis- oder Zirkularscheren [Cisaille circulaire, C. cylindrique, *Rotary shears, Circular shears*[1])], welche neben dem konstanten Scherenwinkel noch den Vortheil einer kontinuirlichen Wirkung haben.

Ist bei einer Kreisschere (Fig. 253), a der Eintrittspunkt des Arbeitsstückes, so ist der halbe Scherenwinkel α gleich dem Zentriwinkel amn, und ist c der Schnittpunkt der beiden Kreise, so ist der Tangenten-Winkel β am Punkt c gleich dem Winkel cmn.

Hieraus lässt sich eine Beziehung zwischen dem Scheibenradius und der Dicke δ des zu schneidenden Arbeitsstückes und ebenfalls die Grösse u herleiten, um welche die Scheiben übereinander greifen müssen.

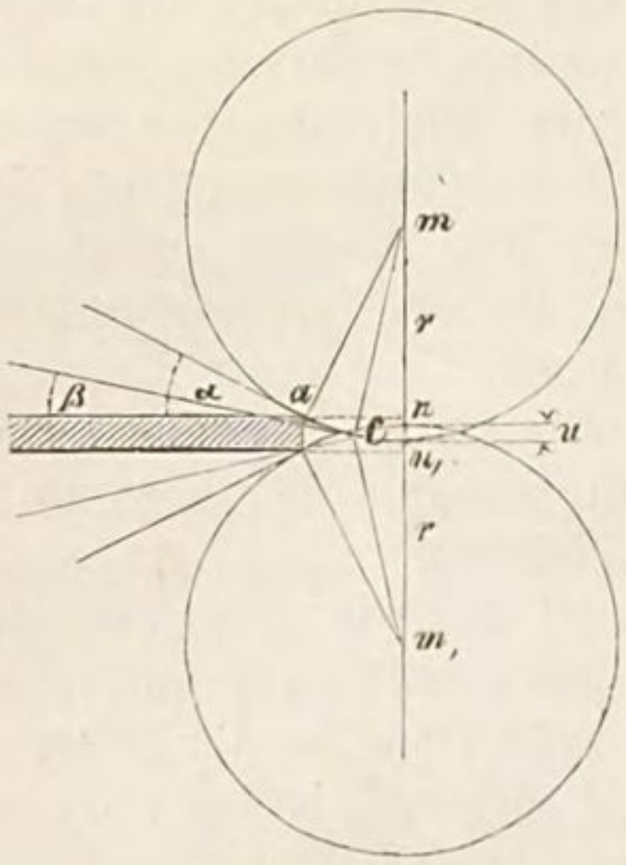


Fig. 253.

Es ist nämlich

$$\delta = n n_1 = 2r \cos \beta - 2r \cos \alpha$$
$$\text{oder } \delta = d(\cos \beta - \cos \alpha).$$

Ferner ist der Uebergriff

$$u = 2r - 2r \cos \beta = d(1 - \cos \beta).$$

Da nun erfahrungsgemäss $\beta = 4^\circ$ und $\alpha = 12^\circ$ genommen werden kann, so ergiebt sich

$$\delta = d\,(\cos 4^\circ - \cos 12^\circ) = 0{,}019\ d$$

oder abgerundet

$$\delta = \frac{1}{50}\,d$$

und

$$u = d\,(1 - \cos 4^\circ) = d\,.\,0{,}024$$

oder abgerundet

$$u = \frac{1}{400}\,d.$$

Zugleich lässt diese Beziehung erkennen, dass die Anwendung der Kreisscheren bald eine Grenze hat wegen der schwierigen Herstellung der Schneidscheiben. Ist z. B. das Arbeitsstück 10 mm. dick, so muss der Scheibendurchmesser schon mindestens 500 mm. im Durchmesser haben. Demnach

---

1) Hütte, 1863. Taf. 4. — Armengaud, Publ. ind. XIII. 418. — Zeitschr. d. Ing., 1862. S. 589; 1867. S. 9; 1872. S. 227. — Polyt. Centr., 1861. S. 589; 1865. S. 695; 1867. S. 9. — Dingler's Journ., Bd. 164. S. 23. — Masch. Constr., 1871. T. 63. S. 184. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1860. S. 313. — Berliner Verh., 1860. S. 230. — Schweiz. Zeitschr., 1861. S. 34. — Jobard. Bulletin, T. 42. p. 65.

beschränkt sich die Anwendung der Kreisscheren nur auf das Zerschneiden dünner Bleche, da sich Scheiben über 200 mm. im Durchmesser nicht mehr gut herstellen lassen.

Wenn man ein Blechstück zwischen die Kreisschere bringt und dasselbe an einem Punkte festhält, so dreht es sich zugleich um diesen Punkt, wodurch kreisförmige Blechscheiben entstehen. (Rundschneidemaschine, *Circle cutter*).

Eine für dünnes Blech bestimmte Kreisschere ist in Fig. 254 ansichtlich gezeichnet.

Die Scherblätter a und b sitzen an den beiden Wellen a c und b d, welche um 20 bis 30° gegen einander geneigt (um ein Sperren des abgeschnittenen Blechstückes zu vermeiden), durch die beiden Kegelräder k und l mit einander in Verbindung gebracht sind und durch die Handkurbel h die erforderliche entgegengesetzte Bewegung erhalten. Zur Geradführung des Bleches dient

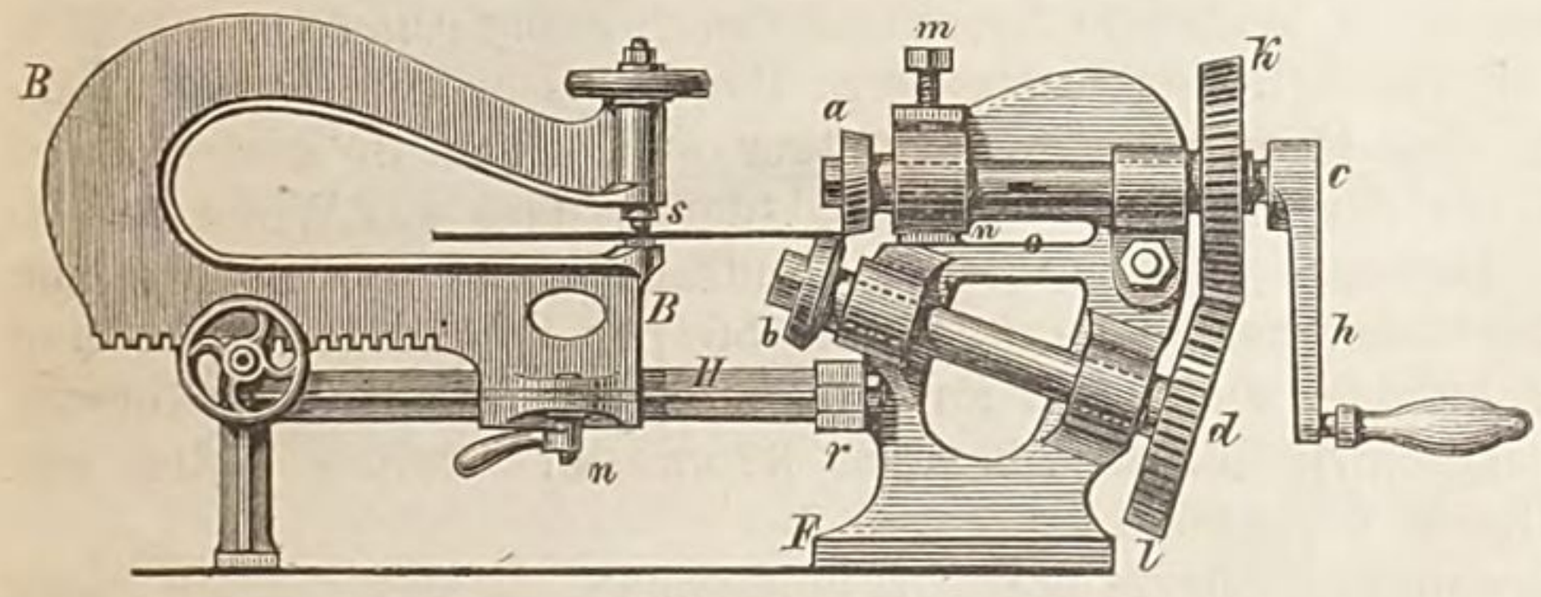


Fig. 254.

ein Lineal, welches in der Aussparung n o des Gestells über einer Querstange liegt und zugleich auch die Breite der abzuschneidenden Streifen regulirt. Die Schraube m bezweckt die richtige Einstellung der Scheiben vermittelst einer entsprechenden Verschiebung, welche die Welle a c oder das Lager durch dieselbe um einen Drehbolzen erhalten. — Vor den Scherblättern ist ferner die Vorrichtung zum Rundschneiden angebracht. Dieselbe besteht dem Wesen nach aus dem Bügel B mit der Körnerspitze s, die den Mittelpunkt der rundzuschneidenden Blechtafel fixirt, und sich auf dem viereckigen Prisma H verschieben und durch die Klemme n festhalten lässt. Dabei muss die Spitze s seitwärts von der Vertikalebene liegen, welche durch die Achsen der Wellen a c und b d geht, und zwar um die Grösse der halben Sehne, welche die Schneidscheiben durch den Uebergriff gemeinschaftlich haben, damit die Linie, welche parallel der Wellenachse durch die Spitze s gezogen, auch durch den Schnittpunkt c, Fig. 253 geht. Liegt die Spitze s in der Achse, so ist ihre Entfernung von dem Eintrittspunkt c grösser als die Entfernung bis zur Vorderfläche der Scherscheiben: das Blech wird sich stauchen; ist der Punkt s aber zu weit abgerückt, so entsteht ein Ziehen und in Folge dessen ein unsauberer Rand mit Grat. Die Einstellung dieses Punktes fordert eine geringe Drehbeweglichkeit des Prismas H in der Befestigungshülse r am Gestell und dem Fuss F. Die Schraube r stellt das Prisma fest, wobei ein angebrachter Zeiger die Lage desselben angiebt. Zur leichteren Verstellung des Bügels ist unter diesem eine Zahnstange angebracht, in welche ein auf einem zweiten Fuss sitzendes Trieb eingreift, das durch ein Handrad bewegt wird. An den Rundschneidemaschinen ist öfters noch ein Ovalwerk[1]) zum Schneiden elliptischer Scheiben (Ovale) vorhanden. — Bei grösseren Maschinen dieser Art liegen die Wellen gewöhnlich parallel und

1) Deutscher Bericht der Wiener Ausstellung, Gruppe XIII. 2. Sektion S. 75.

werden durch Riemen etc. angetrieben. Auch ist dann oft ein, auf Rädern vor den Scheiben herlaufender Tisch, zum Tragen des Arbeitsstückes vorhanden.

Sind auf zwei parallelen Wellen eine grössere Anzahl Schneidscheiben so angebracht, dass je eine Scheibe der einen Welle zwischen zwei Scheiben der anderen Welle fasst, so hat man eine Anzahl Kreisscheren nebeneinanderliegen, welche demgemäss auch ein eingeschobenes Arbeitsstück in so viel Streifen zerschneiden, als Scheiben vorhanden sind. Man bedient sich namentlich dieser Maschine zur Herstellung dünner Quadrateisenstäbe und schmaler Flacheisenstäbe (geschnittenes Eisen, Schneideisen (Fenton, Fanton, Fer fendu, *Slittet iron*), indem man eine etwa 100 mm. breite und 10 m. lange, flache, gewalzte Schiene in glühendem Zustande eintreten lässt, die dann fingerartig in Stücke gespalten wieder austritt (Eisenspaltwerk, Schneidwerk, Machine à fendre le fer, Fenderie, *Slitting rollers*, *Slitters* [1]).

Ein wichtiger Vortheil der Kreisschere liegt, ausser in der kontinuirlichen Bewegung, den Hebelscheren gegenüber auch noch in der grossen Geschwindigkeit, mit der sie sich dreht, und darin, dass das Widerstandsmoment konstant bleibt. — Die Zahl der Umdrehungen einer Schere von etwa 200 mm. Blattdurchmesser kann 45 bis 50 per Minute betragen, und bei 150 mm. Durchmesser sich wohl auf 100 steigern, so dass im ersten Falle eine Schnittgeschwindigkeit von über 31 m., im zweiten Falle von über 47 m. p. Minute vorhanden ist.

Um den konstanten Scherwinkel zu bekommen, dienen endlich noch Scherblätter mit geraden Schneiden, welche sich geradlinig in Führungen gegeneinander bewegen (Parallelschere, Rahmenschere Guillotinschere [Cicaille à guillotine, *Parallel-shears*, *Guillotine shears* [2])].

Bei diesen Scheren liegt ein Blatt fest, während sich das andere, gewöhnlich das obere, auf und nieder bewegt. Je nach Grösse und Bestimmung ist sowohl Führung als Bewegungsantrieb verschieden. Bei Scheren mit kurzen (bis 600 mm. langen) Schneiden ist in der Regel ein Führungsschieber vorhanden, der an den Seiten an Linealen (Schwalbenschwanz), welche zugleich ein Austreten aus der Bewegungsebene verhindern, geleitet, mit dem die Stahlschneiden durch Schrauben befestigt werden, und der nur an einer Stelle, über der Mitte, den Antrieb durch Krummzapfen, Kurbel, Hebel etc. erhält. — Sind die Schneiden dahingegen über 600 mm. lang, so würde bei einem Antrieb das grosse Widerstandmoment am Ende der Schneiden Klemmungen erzeugen. Deshalb muss hier der Antrieb an zwei Stellen, an den beiden Enden erfolgen. Statt des Schiebers ist dann auch ein geführter Querbalken erforderlich, dessen Gewicht gewöhnlich durch ein Gegenwicht ausgeglichen wird. — Bei den grösseren Scheren entsteht wegen des Transports der Arbeitsstücke u. s. w. zwischenden Schnitten ein Verbrauch an Zeit, während welcher die Schere ausser Thätigkeit gesetzt werden muss. Man benutzt diese Zeit gewöhnlich, um dem, zu diesem Zwecke vorhandenen Schwungrad eine grosse lebendige Kraft zuzuführen, die dann nachher auf den Schnitt verbraucht wird. Deshalb findet die Bewegungsauslösung an dem schweren Scherblatt selbst Statt, indem dieses ausser Verbindung mit der Antriebvorrichtung gebracht wird.

---

1) Polyt. Centr., 1862. S. 787; 1872. S. 227. — Dingler's Journ., Bd. 165. S. 99.
2) Polyt. Centr., 1856. S. 725; 1862. S. 1419. — Dingler's Journ., Bd. 107. S. 250; Bd. 127. S. 252. — Hütte, 1856. Taf. 19; 1858. Taf. 39; 1861. Taf. 18. K. n.; 1862. Taf. 12 b.; 1865. Taf. 23; 1871- Taf. 6. — Wiebe, Skizzenbuch. Heft 20. Taf. 1 u. 2. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1862. S. 585. — Jobard, Bulletin, T. 35. p. 327. — Armengaud, Publication industr., XII. p. 66; XIII. p. 416. — Petzoldt, Taf. III. u. IV.

Von den vielen Konstruktionen der grösseren Parallelscheren mögen hier zwei, zur Erläuterung des Vorhergehenden, näher beschrieben werden.

In Fig. 255 und 256 ist eine Schere [1]) mit kurzen Blättern für Dampfbetrieb — durch eine oszillirende Dampfmaschine — gezeichnet. Das obere Scherblatt a sitzt an dem Schieber c, welcher durch die Schubstange d niedergedrückt und durch das Gegengewicht G in die Höhe geschoben wird; das untere Scherblatt b dahingegen liegt fest. Die Schubstange d erhält ihre Bewegung durch den Krummzapfen der Welle D, und diese wird durch die Zahnräder C, B, von A in Drehung versetzt. Wie die Fig. 256 zeigt, setzt sich die Schubstange d ohne feste Verbindung auf den Schieber c; wird sie daher in die punktirte Lage, Fig. 256, nach vorn gerückt, so bewegt sie sich in der Luft: die Schere bleibt durch das Gegengewicht geöffnet stehen, bis die Stange d wieder in die erste Lage verschoben wird. Zur Bewegung dieser Schubstange dient ein Winkelhebel, der durch z angedeutet ist. Die Anordnung dieser Schere bietet den besonderen Vortheil, dass man beliebig lange Arbeitsstücke einschieben kann, weil das Scherengerüst rahmenartig ist. Das Schwungrad S ist auf der Arbeitswelle A festgekeilt.

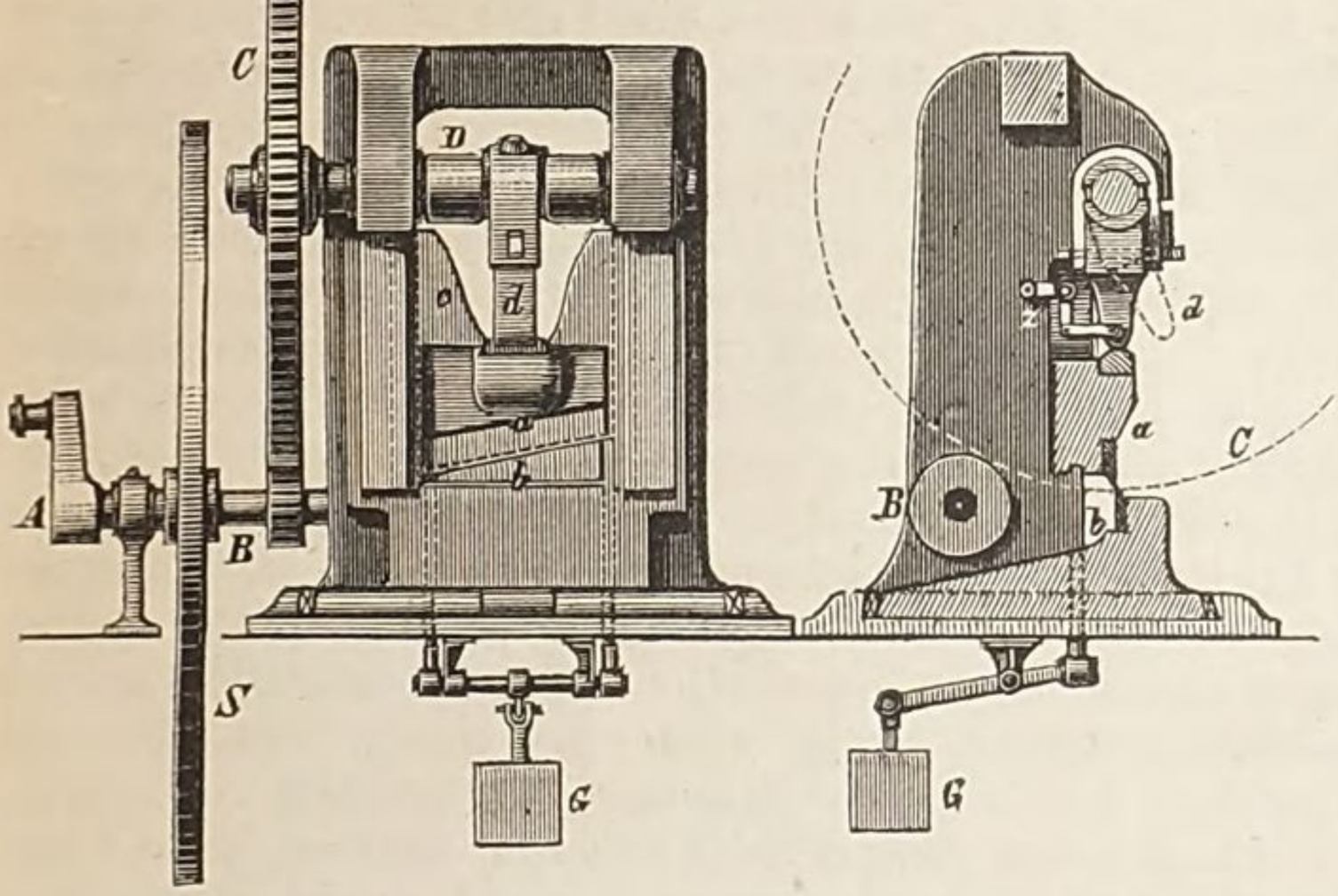


Fig. 255.

Fig. 256.

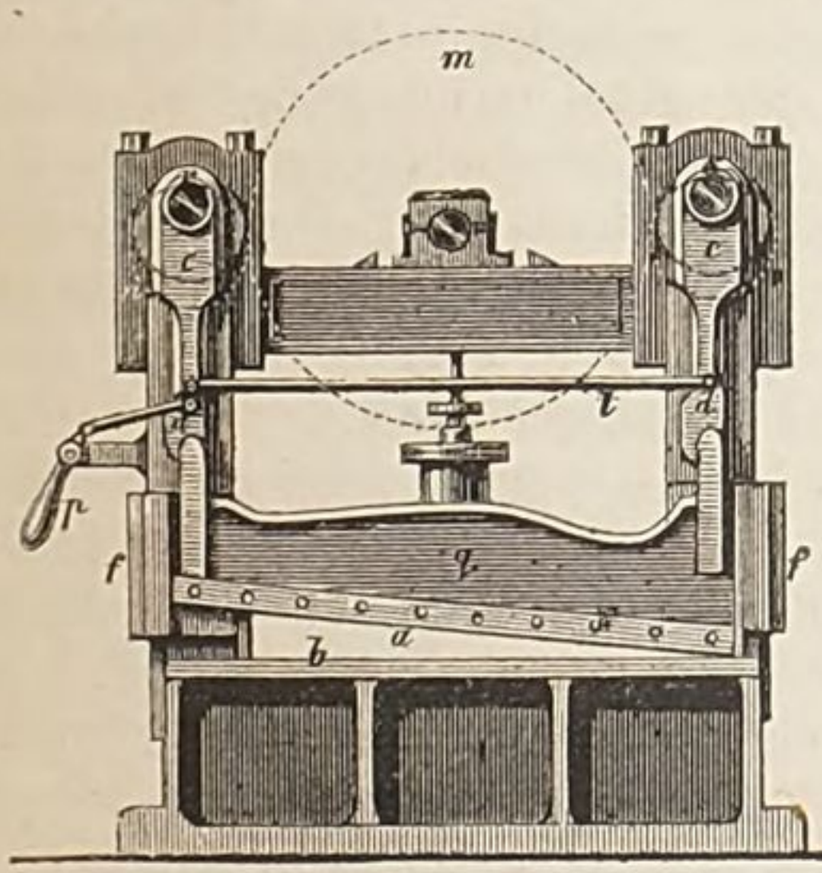


Fig. 257.

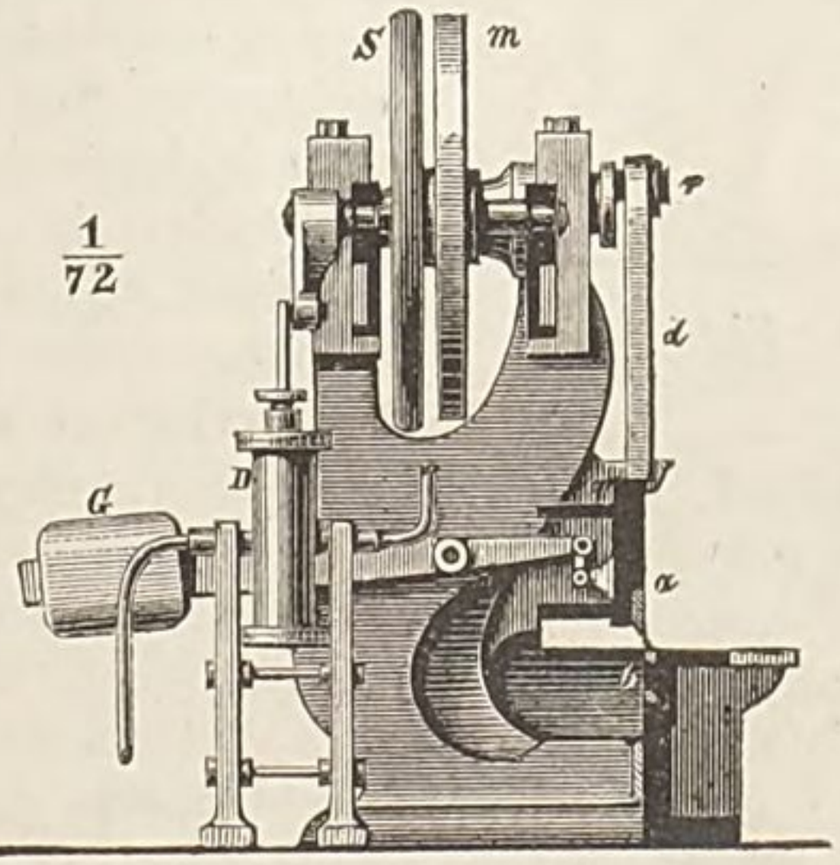


Fig. 258.

Eine Schere [2]) mit sehr langen Blättern zum Schneiden grosser, starker Bleche und mit doppeltem Antrieb durch zwei Schubstangen dd ist in Fig. 257 und 258 dargestellt. Die Blätter a und b sind bis 2200 mm.

1) Petzoldt, Fabrikation von Eisenbahnbedarf, Taf. III. 2) Hütte, 1861. Taf. 18 k.

lang. Das obere Blatt a ist an dem Querbalken q befestigt, der in den Führungen f f gleitet und von dem Gegengewicht G getragen wird. Auch hier setzt eine oszillirende Dampfmaschine D die Schere in Thätigkeit, vermittelst der Zahnräder m, n und o, wovon n und o auf kurzen Wellen sitzen, welche die Exzenter r, s und durch diese die Schubstangen d, d bewegen. Die Auslösung beider Stangen geschieht durch den Handhebel p und die Stange t, wie ohne Erklärung aus der Figur hervorgeht. Um die lebendige Kraft für einen neuen Schnitt zu sammeln, ist ebenfalls auf der Mittelwelle ein Schwungrad S angebracht.

Wenn die Scheren Arbeitsstücke zertheilen sollen, bei denen die zwei, an die Schneiden sich anlegenden Flächen nicht gerade sind, sondern krumm oder gebrochen, z. B. Rundstäbe, Winkeleisen, Façoneisen etc., so muss man die Scherblätter entsprechend profiliren, damit sie das Arbeitsstück nicht verderben. Für runde Stäbe bekommen sie daher halbrunde Ausschnitte, für Winkeleisen bekommt das obere Blatt dreieckige Einschnitte, das untere dreieckige Erhöhungen u. s. w.[1]) (Façonirte Scheren). Hierher gehören auch die Drahtscheren[2]), welche aus zwei runden Platten bestehen, die entweder an der Peripherie Einschnitte haben, oder auf der Fläche durchgebohrte Löcher verschiedener Grösse. Der in den Einschnitten liegende, oder durch die Löcher gesteckte Draht wird abgeschert, wenn sich die Scheiben gegeneinander, z. B. durch Drehung, verschieben. Entweder dienen dazu Griffe wie bei den Zangen oder Scheren, oder auch ein Hebel. Besonders zweckmässig sind diese Werkzeuge zum Abschneiden der Stehbolzen, um deren vorstehende Enden auf gleiche Höhe zu bringen[3]).

Eine Konstruktion dieser Art von Scheren ist in nebenstehendem Holzschnitt, Fig. 259 zur Ansicht gebracht. Die runde Scheibe a liegt drehbar in einem runden Reifen des Gestelles gegen eine Rückwand als Gegenscheibe. Scheibe und Gegenscheibe besitzen nun korrespondirende Löcher 1, 2, 3, 4, 5 von verschiedener Grösse. Auf die Verlängerung b der Scheibe a drückt, wenn der Hebel c d in der Richtung des Pfeiles bewegt wird, das exzentrische Ende c dieses Hebels, hierdurch dreht sich die Scheibe a, um mit grosser Leichtigkeit einen, durch eine der vorhandenen Oeffnungen gesteckten Draht sauber abzuscheren. Bei der Rückdrehung des Hebels zieht eine kleine Gelenkstange zwischen c und b die Scheibe a wieder in die Stellung, dass die Löcher der Scheibe mit denjenigen der Rückwand zusammenfallen.

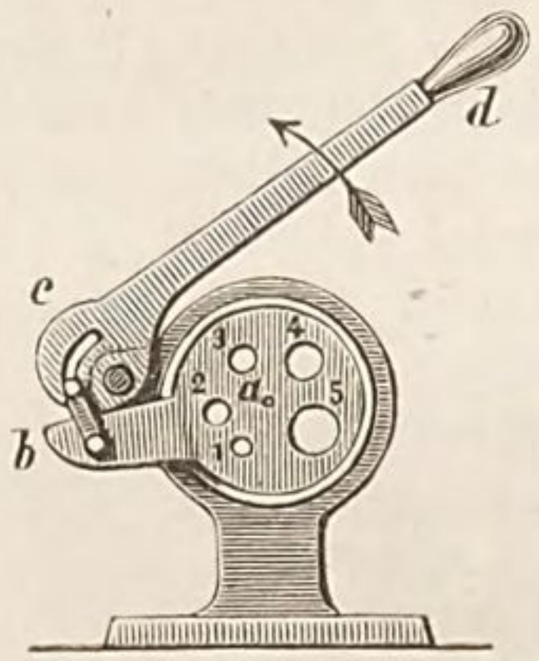


Fig. 259.

B. Lochwerkzeuge und Lochmaschinen[4]).

Ein Lochwerkzeug kann als eine in sich zurückkehrende Schere betrachtet werden, bei welcher das eine Blatt an dem anderen so hinstreift, dass sie sich umhüllen. Es kommt hierbei, mit seltenen Ausnahmen, sodann die Schneide auf der ganzen Länge zugleich zum Angriff. — Das eine Blatt verwandelt sich dadurch in ein stempelartiges Prisma, das andere in eine entsprechend durchlöcherte Scheibe.

1) Polyt. Centr., 1870. S. 463. — Schweiz. Zeitschr., 1870. S. 41. — Dingler's Journ., Bd. 195. S. 298. 2) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1857. S. 150; 1861. S. 237. — Polyt. Centr., 1862. S. 247; 1869. S. 1480. — Schweiz. Zeitschr., 1857. S. 143; 1862. S. 10. — Dingler's Journ., Bd. 163. S. 174. — Deutsch. Gew.-Zeitg., 1858. S. 275; 1862. S. 34. 3) Dingler's Journ., Bd. 182. S. 83. — Deutsch. Bericht über die Wiener Ausstellung, Gruppe XIII. Section II. S. 70. 4) Polyt. Centr., 1864. S. 925. — Dingler's Journ., Bd. 174. S. 14.

Dieser prismatische Körper, der je nach seiner Verwendung Durchschlag, [Découpoir, Emporte-pièce, Poinçon à découper, *Punch* [1])], Ausschlageisen, Ausschlagpunzen, Durchbrechmeissel, Lochstempel, Schneidstempel, Drücker, Mönch genannt wird, wird über die gewöhnlich durch einen Körner [S. 71 [2])] angedeutete Stelle des Arbeitsstückes gebracht und mit einem Hammer durchgeschlagen, oder durch eine machinale Vorrichtung durchgestossen, so dass sich das abgetrennte Metallstück (Putzen, Découpure, Débouchure, *Burr*) vor demselben her in die Unterlagscheibe (Lochring, Lochscheibe, Matrize, Perçoire, *Bolster*) — wozu sehr häufig auch das Loch auf der Ambosbahn dient — schiebt.

Im ersteren Falle wird der Durchschlag entweder, und namentlich wenn er klein ist, mit der Hand gehalten und heisst dann Handdurchschlag wenn er auf glühendem Metall und Bankdurchschlag wenn er auf kaltem Metall gebraucht wird. Die Gestalt desselben geht aus Fig. 260 hervor. Der Hauptkörper a muss so dick sein, dass man ihn bequem in der Hand halten kann und dass bei kleinen Durchschlägen kein Prellen entsteht, während die Aufsatzfläche b die Grösse und die Form des zu erzeugenden Loches besitzt (runde, viereckige, flache u. s. w. Durchschläge). Oder derselbe wird mit einem Stiel versehen wie bei dem Setzhammer S. 164, (Stieldurchschlag).

Fig. 260.

Die zu dem Durchschlag gehörende Lochscheibe c, Fig. 260, ist eine stählerne, oder eiserne mit Stahl belegte Platte, welche gewöhnlich eine grössere Anzahl Löcher von verschiedener Grösse und Gestalt — den vorhandenen Durchschlägen entsprechend — enthält, die sich nach unten erweitern, um die Putzen bequem durchzulassen. — Beim Durchlochen sehr dünner Bleche kann man sich statt der Lochscheibe auch einer Unterlage aus einer Legirung von Blei und Zinn bedienen, in welche die Putzen eingedrückt werden.

Wenn der scharfe Rand der Lochscheibe mit dem Rande des Durchschlages wie bei einer Schere zusammenwirken soll, so müssen die Dimensionen beider Theile gleich oder fast gleich (S. 217) sein. In Folge dessen muss das Aufsetzen des Durchschlages auch genau über dem Loch erfolgen, was aber, wegen der Undurchsichtigkeit des Materials, nur durch eine besondere Führung des Durchschlages schnell und sicher möglich ist. In der einfachsten Ausführung und für den Gebrauch mit dem Hammer bestimmt, gleicht das zu dieser Führung bestimmte Geräth dann dem in Fig. 205 S. 166 dargestellten Schlagwerk, nur mit dem Unterschiede, dass bei C der Lochstempel und bei D die Lochscheibe eingesetzt ist [3]).

Gewöhnlich werden jedoch die Durchschläge, welche in Führungen gehen, nicht mehr durch Hammerschläge, sondern durch machinale Organe in Bewegung gesetzt. Dadurch entsteht die Durchbruchmaschine [4]) (Durchschnitt, Durchstoss, Lochmaschine, Lochwerk, Découpoir, Coupoir, Machine à percer, M. à découper, M. à poinçonner, M. à déboucher,

1) Technol. Encyklop., Bd. IV. S. 478; Bd. IX. S. 547. 2) Polyt. Centr., 1873. S. 552. 3) Technol. Encyklop., Bd. IX. 548; Bd. XII. 164, 166, 565. 4) Hütte, 1862. Taf. 12 a b; 1868. Taf. 10. — Berliner Verh., 1860. S. 232. — Wiebe, Skizzenbuch, 1867. Heft 6. — Polyt. Centr., 1854. S. 65; 1858. S. 441; 1859. S. 306; 1863. S. 1203; 1864. S. 589, 925, 1268; 1866. S. 842 u. 1425; 1870. S. 1302; 1871. S. 152. — Dingler's Journ., Bd. 137. S. 245; Bd. 148. S. 19; Bd. 170. S. 29; Bd. 174. S. 14; Bd. 199. S. 439. — Armengaud, Publication industr., XVII. 525. — Jobard, Bulletin, T. 45. p. 138. — Technol. Encyklop. Bd. XXII. S. 577. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1865. S. 290.

Punching machine, *Cutting machine*), welche wegen der ausserordentlich mannigfaltigen Anwendung in den verschiedensten Grössen und Konstruktionen ausgeführt wird. — Da als Bewegungsart des Lochstempels in vielen Fällen die stossartige, in anderen aber die drückende beliebt wird, so sind nicht nur die S. 159 bis 162 beschriebenen Stossapparate, sondern auch die Druckwerke, Exzenterscheiben und Pressen mit wenig Abänderungen sämmtlich für Durchbruchmaschinen in Anwendung.

Für kleinere Durchschnitte, die mit der Hand betrieben werden, wird namentlich die Schraube in der Anordnung, wie Fig. 194 zeigt, angewendet, wobei dann der Lochstempel in den Schieber D und die Matrize durch die vier Schrauben in dem darunter liegenden Theil gehalten wird. — In vielen Fällen wird das Gestell einseitig ausgeführt, um den Raum um den Stempel frei zu machen.

Zur Hervorbringung eines sehr grossen Druckes mit der Hand, also um z. B. dicke Kessel- oder Brückenbleche zu lochen, ist unten gezeichnete Kombination der Schraube mit dem Kniehebel, Fig. 261 [1]), sehr empfehlenswerth und gebräuchlich. In einem Hohlraum des Gestells A B liegen die beiden Hebel a b und c d, welche ein Kniehebelsystem bilden, das sich oben gegen das Stück A stützt und, bei der Annäherung der Hebelarme a und b, den Stempel C vor sich her schiebt. Die bei m und d eingelegten Zapfen und Ringe halten die Hebel fest und sichern sie gegen Verschiebung. Die Matrize D liegt in dem unteren Gestellstück B und kann sowohl, als der Stempel, ausgewechselt werden. Die Annäherung der Hebel a b und c d wird nun durch die Schraube S, welche ein linkes und ein rechtes Gewinde trägt, deren Muttern drehbar mit den Hebeln verbunden sind, vermittelst eines Schlüssels oder Handrades bewirkt, das bei e aufgesteckt wird.

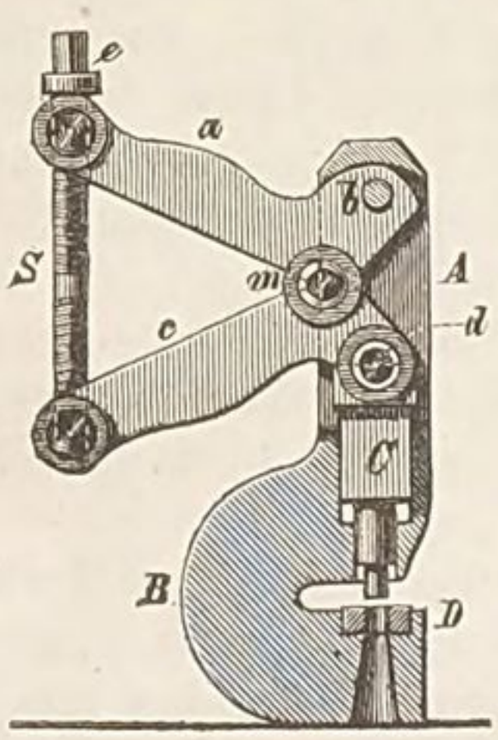


Fig. 261.

Ein sehr oft angewendetes Druckmittel für den Durchschnitt ist auch der Hebel, sowohl in einarmiger als zweiarmiger, in einfacher und kombinirter Ausführung [Hebeldurchschnitt [2])], wie bei den Scheren.

Als Beispiel dieser Art Durchbruchmaschine ist in Fig. 262 eine Lochmaschine grösster Gattung zum Lochen schwerer Bleche, eiserner Träger u. s. w. geeignet [3]), vor Augen geführt. Der bei a sichtbare Lochstempel sitzt in einem Schieber b, welcher an dem kurzen Arme c d des Hebels c d e hängt und durch Hebung des langen Hebelarmes d e niedergestossen wird, wenn ein Stahlkeil bei k zwischen Hebel und Stempel eingeschoben ist. Die Hebung von d e wird her-

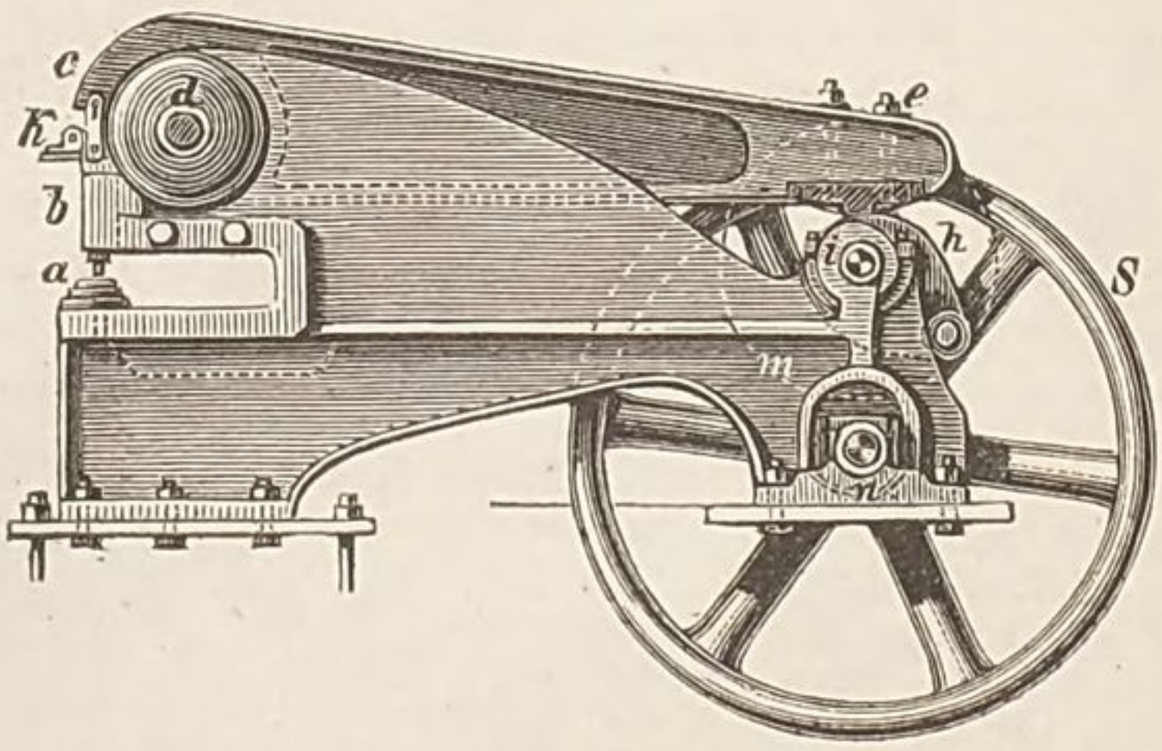


Fig. 262.

1) Dingler's Journ., Bd. 176. S. 437. — Deutsch. Gew.-Zeitg., 1865. S. 93. 2) Dingler's Journ., Bd. 178. S. 14. — Deutsch. Ind.-Zeitg., 1865. p. 397. 3) Petzoldt, Fabrikation von Eisenbahnmaterial, S. 74. Taf. XVI.

vorgebracht durch den Daumen h, welcher auf einer kurzen Welle i sitzt, die durch das Zahnrad m und das Trieb n, von einer zweiten Welle aus gedreht wird. Ein Schwungrad S, welches beim Leergang eine Quantität lebendige Kraft aufsammelt, giebt dieselbe im Augenblick, wo der Stempel aufstösst, ab, und fördert dadurch die Lochung wesentlich. Erwähnenswerth ist noch, dass zur Verminderung der Reibung, der Daumen h am Ende eine Friktionsrolle und der Hebel bei e eine glatte Stahllage erhält, gegen welche jene Rolle wirkt.

Eine nähere Betrachtung der S. 221 etc. mitgetheilten Vorrichtungen zur Bewegung der Scherblätter ergiebt leicht die Anwendung derselben Vorrichtungen zur Bewegung des Lochstempels. — Die hydraulische Presse ist neuerdings zum Vorschieben des Lochstempels häufig zur Anwendung gekommen [1]). — Mancherlei Anordnungen der Durchbruchmaschinen sind hervorgerufen durch ihre besonderen Bestimmungen. Namentlich sind sie in allen Fällen mit einem Schaltwerk zum selbstständigen Vorschieben des Arbeitsstückes versehen, wenn eine grosse Anzahl Ausschnitte in grosser Regelmässigkeit aufeinander folgen sollen, z. B. bei der Anfertigung der runden Metallplatten, aus denen die Münzen geprägt, Kleiderknöpfe u. dgl. hergestellt werden, der Plättchen zur Herstellung der Stahlfedern, mancher Kettenglieder, Messer und Scherenklingen, vielerlei Bestandtheile an Lampen, an Schlössern u. s. w., der oft zierlich durchbrochenen Bleche für Klempnerarbeiten, beim Lochen von Brücken- und Kesselblechen, Ausstossen der Sägzähne u. s. w. In solchen Fällen ist es dann oft erwünscht, mehrere Stempel gleichzeitig von einer Betriebswelle aus in Thätigkeit zu setzen, und eine Anordnung zu treffen, dass die gestossenen Löcher nach bestimmten Mustern entstehen [2]).

Mitunter sind die Lochmaschinen so eingerichtet, dass sich zwei Stempel in einander bewegen, um mittelst des zweiten Stempels aus dem, durch den ersten Stempel ausgestossenen Putzen noch eine Oeffnung auszustossen [3]). So werden z. B. zur Anfertigung sechseckiger Schraubenmuttern aus Stangen, deren Dicke gleich der Höhe der Mutter ist, Putzen als kurze sechseckige Prismen ausgestossen, in welchen ein runder Stempel, der sich in dem sechseckigen niederschiebt, die Löcher zur Aufnahme der Gewinde hervorbringt. Durchlöcherte Scheiben, z. B. Blechknöpfe mit Löchern, Uhrkettenglieder etc. werden auf solche Weise mit einem Male fertig hergestellt.

Die Gleichartigkeit der Aufgaben einer Schere und Lochmaschine, der häufig eintretende Fall, dass beide Maschinen unmittelbar hinter einander bei einem Arbeitsstück zur Verwendung kommen und die für den Betrieb des Werkzeugs übereinstimmende Bewegungsvorrichtung legen es nahe, diese beiden Maschinen mit einander so zu vereinigen, dass sie durch einen Antrieb in Thätigkeit gesetzt werden. Man hat deshalb sowohl Hebel- als Parallelscheren mit Durchschnitten vereinigt. Da aber die Vereinigung einer Parallelschere mit einem Durchschnitt die gebräuchlichste Konstruktion

---

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1864. S. 221. — Deutsch. Ind.-Zeitg., 1865. S. 18. — Polyt. Centr., 1864. S. 159; 1865. S. 987. — Dingler's Journ., Bd. 172. S. 6; Bd. 175. S. 95; Bd. 178. S. 14. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1866. S. 707; 1867. S. 785. — Hütte, 1868. Taf. 32 b. 2) Polyt. Centr., 1866. S. 1425; 1870. S. 1302; 1871. S. 152. — Deutsch. Ind.-Zeitg., 1871. S. 2. — Armengaud, Publication ind., VII. 390; XVII. 370. — Heusinger v. Waldegg, Handbuch für Eisenbahntechnik, Bd. 4. Taf. XIX. — Petzoldt, Fabrikation von Eisenbahnmaterial, Taf. XV. 3) Hoyer, Bericht über die Wiener Ausstellung, S. 19. — Karmarsch u. Volz, Polyt. Mitth., Bd. III. Tübingen 1846. Taf. 5.

dieser kombinirten Scher- und Lochmaschinen[1]) ist, so mag die Beschreibung zweier zweckmässiger Anordnungen hier genügen.

Die eine in Fig. 263 dargestellte Maschine dieser Art ist für den Handbetrieb eingerichtet und besitzt einen zusammengesetzten Hebel als Druckmittel. Man sieht bei A die Schere und bei B den Durchschnitt mit der Froschplatte. Sowohl das bewegliche obere Scherblatt als der Druckstempel sitzen an Schiebern, welche mit zwei Bügeln a und b an den Hebeln c d hängen. Jeder Hebel besitzt bei c seinen Drehpunkt und bei d einen verzahnten Bogen. Zwischen diesen verzahnten Bögen befindet sich nun ein Zahnrad e, welches in beide Zahnradsegmente eingreift und durch längere Hebelarme e f gedreht wird, so dass beim Niedergange des rechts gezeichneten Armes das Scherblatt nieder und der Lochstempel in die Höhe geht und umgekehrt. Die Anbringung zweier Hebelarme gestattet nicht nur ein Arbeiten an beiden Seiten, sondern bewirkt auch eine Ausgleichung der todten Last, da der eine Arm das Gegengewicht zum andern bildet.

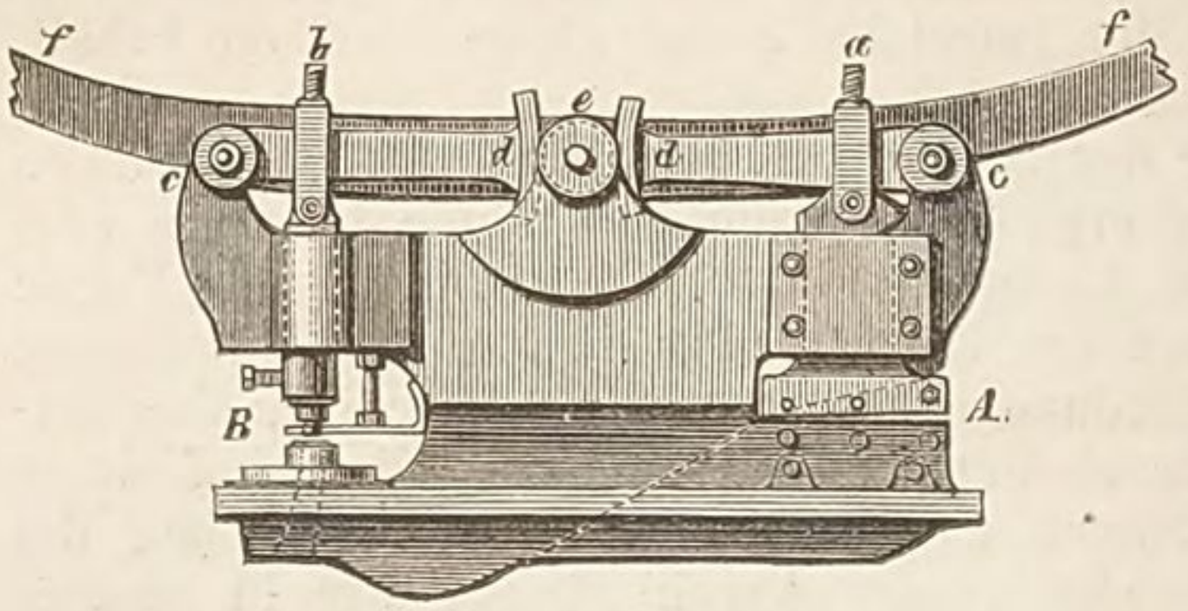


Fig. 263.

In Fig. 264 und 265 ist dagegen eine kombinirte Scher- und Lochmaschine gezeichnet, wie sie gewöhnlich für starke Bleche konstruirt werden. Fig. 264 stellt die Vorderansicht, Fig. 265 einen Vertikalschnitt dar.

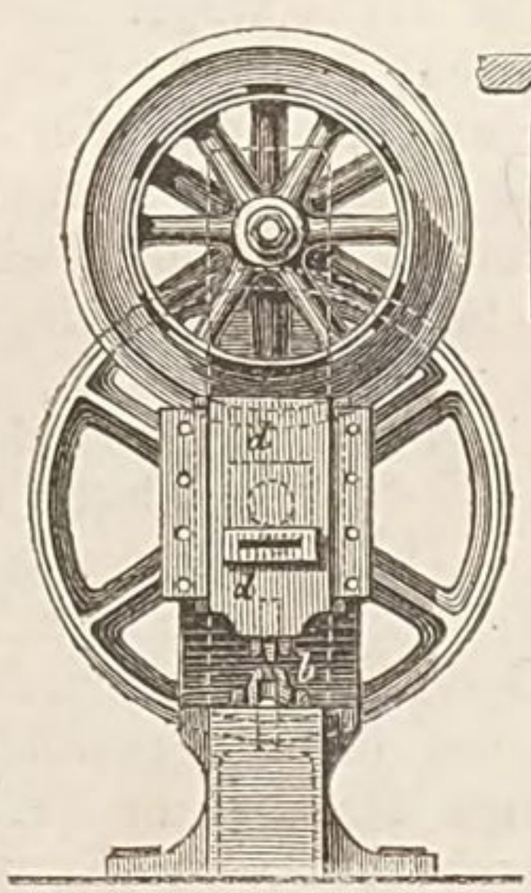


Fig. 264.

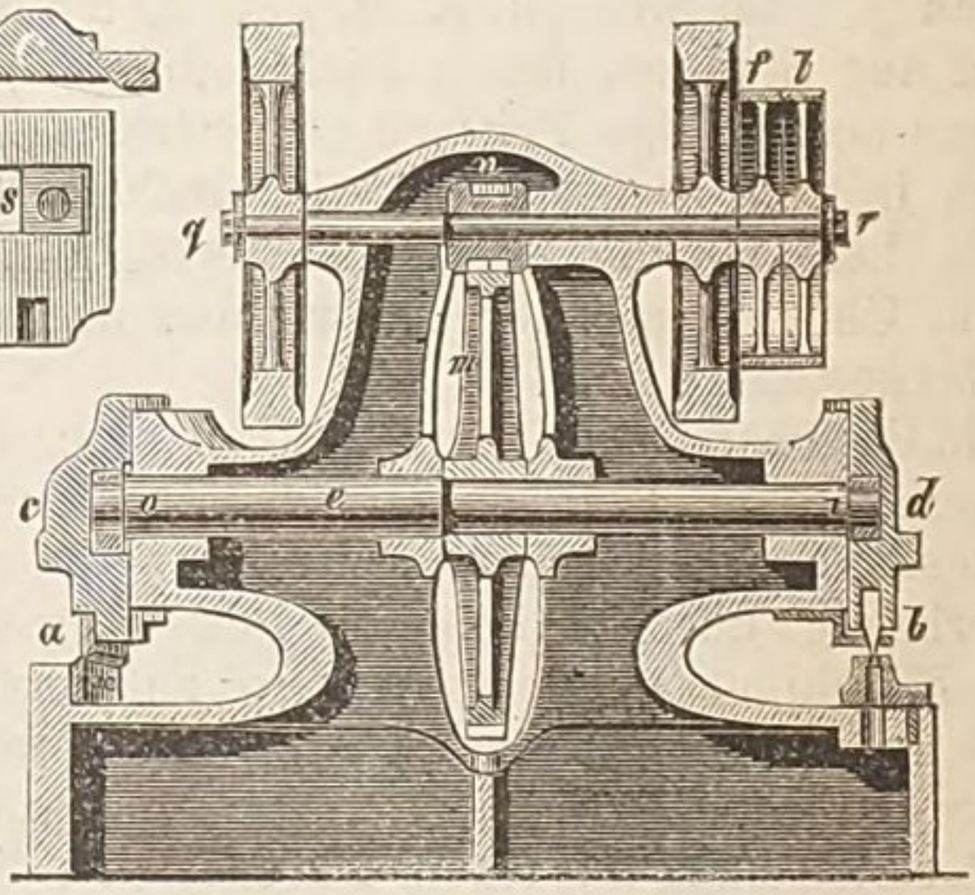


Fig. 265.

Das bewegliche Scherblatt a oder der Lochstempel b sitzen an den Schiebern c und d, welche eine Prismenführung haben und durch die Welle e auf- und niederbewegt werden. Zu dem Zwecke besitzt diese Welle an

1) Wiebe, Skizzenbuch, 1869. Heft 5; 1873. Heft 1 u. 2. — Masch.-Konstr., 1871. S. 220. — Hütte, 1864. Taf. 21. — Polyt. Centr., 1851. S. 1081; 1855. S. 137; 1860. S. 150, S. 1578; — Dingler's Journ., Bd. 172. S. 4. — Schweiz. Zeitschr., 1860. S. 120. — Jobard, Bulletin, Taf. 27. p. 49; Taf. 30. p. 250. — Armengaud, Publ. ind., III. p. 161.

beiden Enden Zapfen o und i, welche exzentrisch, d. h. um den halben Schieberweg vom Wellenmittelpunkte, und gegen einander um 180° gestellt sind. Diese Zapfen gehen durch ein Gleitstück, Stein s, (in der Nebenfigur gezeichnet) welcher in einem horizontalen Schlitz der Schieberrückwand hin- und hergleitet, und die Bewegung auf den Schieber überträgt. Die Welle e besitzt in der Mitte ein Zahnrad m, in welches das Trieb n eingreift, das auf der Welle q r sitzt, die endlich von der Riemscheibe f in Umdrehung versetzt wird. Zwei Schwungräder dienen zu bekanntem Zweck. Die Schere a steht im Grundriss in einem Winkel von 45° gegen die horizontale Mittellinie der Maschine, wodurch der Raum nach beiden Seiten rechtwinklig zur Schere vollständig frei wird, so dass die längsten Stangen und schmale Platten ohne Hinderniss durchschnitten werden können.

In Bezug auf die Bestimmung der Leistung und des Arbeitsverbrauchs an Scheren und Lochmaschinen sind bereits S. 215 die massgebenden Faktoren im Allgemeinen angegeben. Als Leistung der abscherenden Werkzeuge ist offenbar die Grösse der mit einer bestimmten Kraft während einer bestimmten Zeit abgetrennten Fläche, und als Gesammt-Arbeitsverbrauch N, die Summe der Bewegungsarbeit N_1 und der Nutzarbeit N_2, also

$$N = N_1 + N_2$$

zu bestimmen. — Nach den Ermittelungen von Hartig[1]) lässt sich für Parallelscheren und Lochmaschinen die Bewegungsarbeit in Pferdestärken ausdrücken, durch die Formel:

$$N_1 = 0{,}1 + \frac{n\,\delta^2}{1000000}$$

wo δ die Blechdicke und n die Anzahl der Schnitte pro Stunde ist. — Für die Nutzarbeit gilt sodann die Formel (S. 216)

$$N_2 = 3{,}71 \,.\, F \,.\, a$$

wo F die stündliche Schnittfläche in □m., und a der Arbeitsverbrauch pro 1 □mm. Schnittfläche angiebt. Zur weiteren Berechnung möge folgende Tabelle dienen:

Blechdicke	10	20	30	40 mm.
Zahl der Schnitte pro Min.	10	9,2	8,3	7,5
Leergangsarbeit	$N_1 = 0{,}16$	0,32	0,55	0,82
Arbeitsverbrauch	$a = 0{,}395$	0,540	0,685	0,830 mkg.

Wird z. B. Blech von 30 mm. Dicke gelocht mit einem Stempel von 35 mm. Durchmesser d und 8,3 Schnitten pro Minute, so ist

$$N = 0{,}55 + 3{,}71 \,.\, 1{,}645 \,.\, 0{,}685 = 0{,}55 + 4{,}18 = 4{,}73.$$

Die Geschwindigkeit der Scheren und Lochstempel ist für Eisen auf 15 bis 20 mm. pro Sekunde anzuordnen.

II. Von den schneidenden Werkzeugen und Werkzeugmaschinen[2]).

A. Meissel, Abschrot, Aufhauer, Stichel, Stemm- und Stechzeug, Aushauer, Dübeleisen, Messer.

Unter Meissel [Ciseau, *Chisel*[3])] im engeren Sinne versteht man ein keilförmiges Werkzeug, welches in der Regel durch Hammerschläge, mit-

1) Hartig, Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, S. 8 u. 51 etc.
2) Hart, Werkzeugmasch., Heidelberg 1874. — Karmarsch, Katalog, Hannover 1870. — Wiebe, Maschinenbaumaterialien, Stuttgart 1858. — Hartig, Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, Leipzig 1873. — Holzapffel, Turning and mechanical manipulation, London 1843, 1846, 1850, Deutsch von C. Hartmann, Weimar 1856. — Hesse, Werkzeugmaschinen auf der Wiener Ausstellung, Leipzig 1874.
3) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. I. S. 244 u. 687. — Technol. Encyklop, Bd. IX. S. 543. Bd. II. S. 172. — Polyt. Mitth., Bd. II. S. 27.

unter auch nur durch den Druck der Hand in das Material eingetrieben wird, um durch Wegnahme von Spänen, Oberflächen von Körpern zu bearbeiten (Schroten, Abschroten, Buriner, *Chipping*), durch einfaches Eintreiben Stücke abzutrennen, zu spalten, Einschnitte zu machen, Oeffnungen und Rinnen einzuhauen u. s. w.

Die grosse Mannigfaltigkeit dieser Arbeiten und die Verschiedenartigkeit des Materials fordern in dem ganzen Arbeitsapparat demnach eine grosse Zahl, sowohl in Grösse und Gestalt, als auch in der Zuschärfung und Gebrauchsart verschiedener Meissel.

Der gewöhnliche Meissel des Metallarbeiters ist ein sechs- oder achtkantiges Stahlprisma, Fig. 266 A, das an einem Ende schlank nach einem Winkel von 15 bis 30 Grad ausgeschmiedet und mit einer Schneide a versehen ist, die einen Winkel von 45 bis 70 Grad bildet und durch Anschleifen von beiden Seiten her erzeugt wird. In der Regel ist die Schneidkante geradlinig (Gerader Meissel, Flachmeissel, Burin, *Chipping chisel*) und eben so lang oder länger als dasPrisma dick, Fig. 266 B. Hat der Meissel eine schmale Schneide; Fig. 266 C, so dient er namentlich zum Aushauen von Nuthen, Furchen u. s. w. und heisst Kreuzmeissel, Bec d'âne, *Cross-cutting, chisel Groover*). — In manchen Fällen wird die Schneide nach einem Bogen gekrümmt, Fig. 266 D, weil sie dann besser eindringt (Halbrunder Meissel). Zum Ausarbeiten halbrunder etc. Furchen erhält der Meissel ebenfalls halbrunde etc. Rinnen, so dass die Schneide in einer Ebene rechtwinklig zur Achse des Werkzeugs gebogen ist, Fig. 266 E (Halbmondmeissel, gebogener Meissel, Gouge, *Hollow chisel*). —

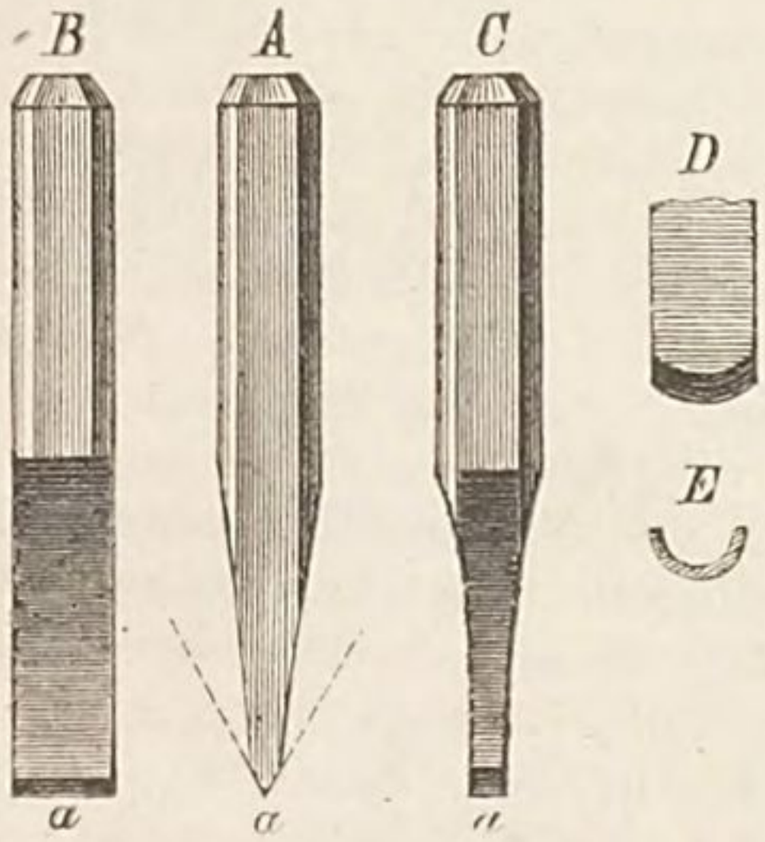


Fig. 266.

Die Länge der Meissel, die höchst verschieden ist, und sich nach der vorliegenden Arbeit richtet, überschreitet, wenn sie mit der Hand gehalten werden, (Kaltmeissel, Bankmeissel) selten 250 mm. und ihre Breite nicht 36 mm. — Zum Abhauen (Abschroten) von Eisenstücken beim Schmieden bedient man sich ebenfalls des Meissels und zwar in zweierlei Weise. Entweder steckt der Meissel, wie im Setzhammer S. 164, auf einem Stiel (Stielmeissel) und wird auf das Arbeitsstück gesetzt, und mit dem Hammer eingetrieben, oder man legt das Arbeitsstück auf den die Schneide a nach oben kehrenden Meissel, Fig. 267, der mit einem Zapfen d in das Loch der Ambosbahn gesteckt wird, und schlägt mit einem Hammer auf dasselbe. In dieser Aufstellung heisst der Meissel Abschrot, (Tranche, *Anvil-chisel*). Mitunter, z. B. bei Nagelschmieden, wird der Abschrot als selbstständiges Werkzeug neben dem Ambos wie das Sperrhorn in den Ambosstock eingesetzt (Blockmeissel, Stockmeissel, Nagelschrot, Hauer, Tranchet, *Nail-smiths chisel*) und mit einer Vorrichtung versehen, welche das Abhauen gleich langer Stücke unterstützt, (Anschlag). Dieser besteht in einem rechtwinklig aufwärts gebogenen Eisenstück b c, das quer durch den Abschrot geht, und in beliebiger Entfernung festgekeilt werden kann.

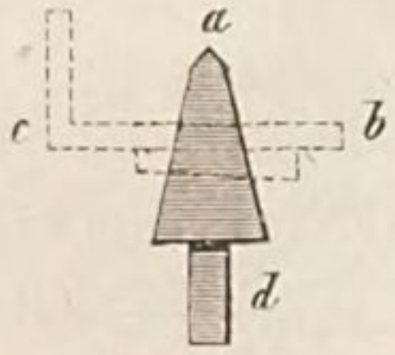


Fig. 267.

Beim Gebrauch des Abschrots und des Stielmeissels ist noch zu bemerken, dass man, um die Schneide nicht zu verletzen, das Eisen gewöhnlich nicht ganz durchhaut, sondern eine dünne Verbindung lässt, und die vollständige Trennung durch Umbiegen bewirkt.

Treibt man den Meissel ganz durch das Metall, (welches dann über einem Loche liegt), so wird dasselbe durchlöchert, ohne dass Material weggenommen, also eine bemerkenswerthe Schwächung veranlasst wird. Man bedient sich daher dieses Verfahrens (Aufhauen) sehr oft zur Erzeugung von Löchern in glühendem Eisen, die nachher durch eingetriebene Dorne ausgebildet werden (Auftreiben), z. B. Löchern in Hämmern, Stielmeisseln etc. zur Aufnahme des Stiels, Schlitzen in Zangen, Keillöchern an manchen Maschinentheilen u. s. w. Um in diesem Fall das Eindringen des Stielmeissels (Aufhauer, Langue de carpe, *Cutting chisel*) zu erleichtern, macht man die Schneide oft bogenförmig und den Meissel recht schlank. — Dass diese auf heissem Eisen gebrauchten Werkzeuge ebenfalls wie der Durchschlag nach jedem Gebrauch in kaltem Wasser abgekühlt werden müssen, mag noch angedeutet sein.

Wenn von Metallstücken kleine Theile mit grosser Sicherheit in Bezug auf ihre Begrenzung, und mit Behutsamkeit fortzunehmen sind, z. B. beim Graviren, Stempelschneiden, Ziseliren etc., muss der unsichere Schlag des Hammers durch den sicheren Druck der Hand ersetzt und der Meissel klein und doch geschickt zum Anfassen gemacht werden. Solche Meissel, welche dann Stichel [Grabstichel, Zeiger [1]), Burin, *Graver Sculper*, *Scooper*, *Scorper*] heissen, werden, weil die Form ihrer Schneiden sehr verschieden gestaltet sein muss, aus Stahlstäbchen von verschiedenem Querschnitt und etwa 80—100 mm. Länge durch Anschleifen von Fazetten hergestellt und mit einem bequem in der Hand liegenden hölzernen Heft h versehen, wie Fig. 268 zeigt. Die schräge Fläche a b des Stichels, welche durch das Anschleifen entsteht, heisst das Schild oder die Kappe (Face, *Cannel*),

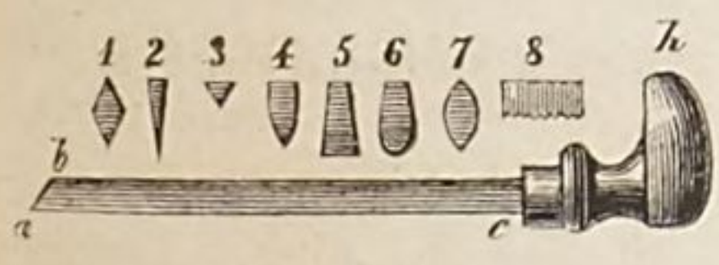


Fig. 268.

und die Fläche oder Kante a c, welche mit der Kappe die Schneide bildet, die Bahn, (Vèntre). Der Winkel, unter dem Bahn und Kappe zusammentreten, ist den Umständen angemessen, sehr verschieden, und misst 30 bis 90 Grad. Je nach dem Querschnitt und der Gestalt der Schneide erhalten die Stichel verschiedene Verwendung und Namen. Die gebräuchlichsten sind folgende:

Fig. 268 1) Grabstichel (Burin, *Graver*). Querschnitt quadratisch oder rautenförmig. Die Bahn ist eine Kante, also die Schneide eine von 3 geraden Flächen gebildete Spitze.

« 2) Messerzeiger (Onglette, *Knife-groover*). Querschnitt ein gleichschenkliges Dreieck. Die Bahn eine Kante, also die Schneide eine scharfe Spitze.

« 3) Dreieckiger Stichel (*Cant-chisel*). Querschnitt ein niedriges, gleichschenkliges Dreieck. Die Bahn entweder eine Kante oder eine Fläche, die Schneide also eine Spitze, oder eine gerade Linie.

« 4) Spitzstichel (Burin à ventre convex, *Spit-sticker*). Unterscheidet sich vom Messerzeiger nur durch die etwas ausgebauchten Seiten.

---

1) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. I. S. 245. — Technol. Encyklop., Bd. VII. S. 192.

Fig. 268 5) Flachstichel (Echoppe plate, *Flat sculper*). Querschnitt trapezförmig. Bahn die breite Seite. Schneide geradlinig.

« 6) Boltstichel (Echoppe ronde, *Round sculper*). Querschnitt trapezförmig mit einer bogenförmigen Seite als Bahn. Schneide daher bogenförmig.

« 7) Rundstichel. Querschnitt ein Kreis. Schneide also bogenförmig.

« 7) Ovalstichel (*Stag-foot graver*). Querschnitt elliptisch mit der grossen Achse nach oben gerichtet. Schneide daher scharf bogenförmig.

« 8) Fadenstichel. Querschnitt flach viereckig. Die Bahn eine Seite, die der Länge nach gefurcht ist. Schneide sägezahnartig.

In einzelnen Fällen finden die Stichel auch Anwendung in der Holzverarbeitung, z. B. Xylographie, weil die Arbeiten auf sehr hartem Holz, und mit derselben Sicherheit und Feinheit ausgeführt werden müssen, wie die Gravirarbeiten auf Metall.

Der Meissel des Holzarbeiters (Holzmeissel, Beitel, Eisen, Stemm- und Stechzeug) ist, wenn auch im Prinzip ganz und im Zweck auch fast vollständig mit dem des Metallarbeiters übereinstimmend, in Folge der Beschaffenheit des zu bearbeitenden Materials in der Konstruktion von demselben abweichend. Die geringere Widerstandsfähigkeit des Holzes lässt zunächst einen viel kleineren Schneidwinkel zu, indem derselbe mitunter nur 18 Grad beträgt und zwischen 18 und 35 Grad schwankt. Aus demselben Grunde kann die Querschnittsfläche des Meissels kleiner, er selbst also dünner und schlanker sein, was das tiefere Eindringen nicht nur begünstigt, sondern das Werkzeug selbst auch leichter macht.

Es besteht daher der Holzmeissel, Fig. 269, gewöhnlich aus einer eisernen Klinge a, welche an einem Ende mit einem Stahlstück belegt ist, das zur Schneide c d ausgebildet wird, und an dem oberen Ende eine Verlängerung zur Aufnahme eines hölzernen Heftes b besitzt. Diese Verlängerung ist entweder eine spitzige Angel, Fig. 269 A, die in das Heft eingesteckt wird, oder, bei grossen Meisseln, ein kegelartiges Rohr (Douille, *Socket*), in welches das ebenfalls kegelartig endende Heft eingetrieben wird (Rohrmeissel).

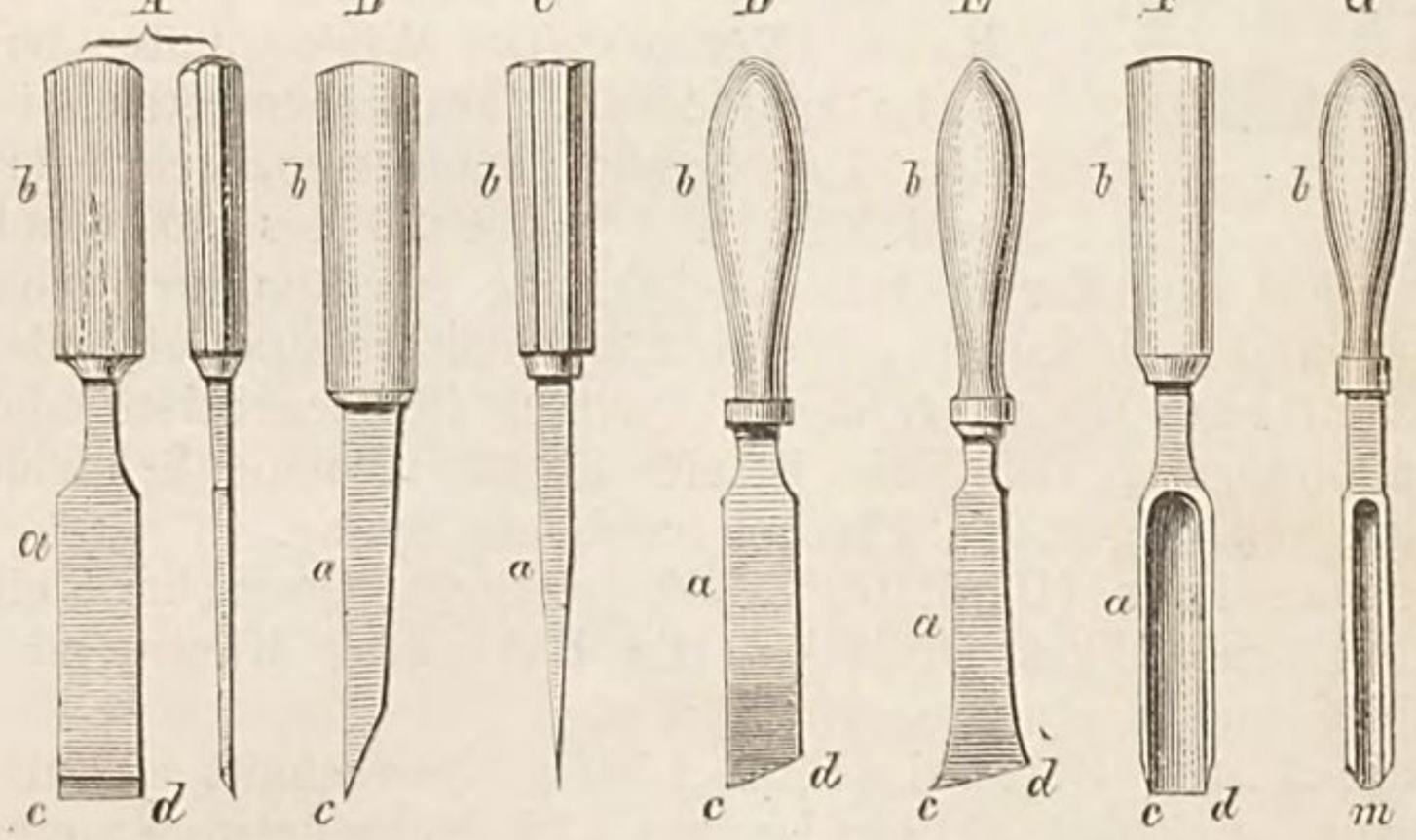


Fig. 269.

Die Zuschärfung ist entweder einseitig, d. h. durch eine angeschliffene Fazette hervorgebracht, oder zweiseitig, so dass der Längenquerschnitt des Meissels ein sehr schlankes gleichschenkliges Dreieck bildet. Da hierbei die Schneidkante entweder rechtwinklig oder schief zur Werkzeugachse

steht, geradlinig, krummlinig oder aus gebrochenen Linien gebildet ist, und da die Meissel in den verschiedensten Grössen vorhanden sind, so giebt es in den Werkstätten der Holzarbeiter eine grosse Zahl dieses wichtigen Werkzeugs, welche, wenn sie in Aufeinanderfolge der Grösse einer Gattung angehören, einen Satz bilden.

1. Fig. 269 A. Der Stechbeitel (Ciseau, *Chisel*) hat eine Klinge von 3 bis 75 mm. Breite und — in neuem Zustande — eine Länge von 120 bis 230 mm. Die geradlinige Schneide steht rechtwinklig zur Werkzeugachse und wird durch einseitiges Anschleifen gebildet, so dass der Zuschärfungswinkel 18 bis 35 Grad beträgt. — Während der Stechbeitel der Zimmerleute, und namentlich der Schiffszimmerleute, oft sehr gross sein muss, bis 127 mm. Breite und 510 mm. Länge, ist der Stechbeitel der Formschneider (Flacheisen) nur 1,5 bis 6 mm. breit.

2. Der Lochbeitel (Bec d'âne, Bédane, *Mortise chisel*), Fig. 269 B, ist ein schmaler 1,5 bis 25 mm. breiter, aber der erforderlichen Widerstandsfähigkeit wegen, sehr dicker Stechbeitel, mit einem Zuschärfungswinkel von 25 bis 35 Grad. Derselbe wird häufig als Rohr-Lochbeitel konstruirt.

3. Der Kantbeitel (*Cant chisel*), der Wagenbauer ist ein Stechbeitel, welcher an der Fazettenseite zur Verstärkung eine Rippe besitzt, so dass der Querschnitt fünfeckig erscheint. Diese Verstärkung macht ihn geeignet zum Gebrauch als Lochbeitel in tiefen schmalen Oeffnungen, wie sie beim Wagenbau so oft vorkommen.

4. Das Stemmeisen (Fermoir, *Two bevelled chisel*), Fig. 269 C unterscheidet sich von dem Stechbeitel nur dadurch, dass die Schneide durch das Anschleifen der beiden flachen Seiten der Klinge gebildet wird, und zwar entweder durch ebene oder schwach konkave Flächen.

5. Das Balleisen (Fermoir néron, F. à nez rond, *Skew chisel*) Fig. 269 D, ist ein Stemmeisen mit einer Schneide, welche nicht rechtwinklig zur Achse steht, sondern unter einem Winkel von 30 bis 40 Grad. Dadurch gewinnt dieser Beitel nicht nur den Vortheil des reduzirten Winkels, sondern erhält auch eine spitzwinklige Ecke, welche sehr geeignet ist zur Ausbildung scharfer Kanten etc. Ganz besonders wichtig ist dieser Meissel für den Holzdrechsler (Drehmeissel, Ciseau à planer, Plane, *Turning chisel*), weil die Schneide sehr günstig gegen die Holzfasern gestellt werden kann, und weil sich dadurch sehr glatte Oberflächen hervorbringen lassen (Schlichtmeissel).

Bei den deutschen Drehmeisseln, Fig. 269 E, ist die Klinge mitunter hinter der Schneide schmäler, also etwas eingezogen, wodurch die eine Ecke c besonders spitz wird; bei den englischen findet diese Zusammenziehung nicht Statt, Fig. 269 D.

Zu der Gattung der Stemmeisen ist noch zu rechnen: das Flacheisen der Bildhauer, sowohl gerade als aufgeworfen, d. h. am Ende aufgebogen, um in Vertiefungen zu arbeiten; das Schlageisen der Formschneider, ein kurzes Stemmeisen ohne Heft, welches in Druckformen eingetrieben wird, um Furchen zu erzeugen; das Grundeisen (Feltireisen, Pousse avant, *Dog-leg chisel*) der Formschneider, eine kleine flache Schaufel, die an einem gekröpften Stiel sitzt, und die Bestimmung hat, den Grund zwischen den Erhabenheiten der Form (Tapeten-, Kattun- u. s. w. Druckformen) zu ebenen; das Anschlageisen (Kreuzmeissel, *Bolt chisel*) der Schlosser, bestehend aus einem Stäbchen von 130 bis 150 mm. Länge, an dessen Enden zwei einander gegenüber- und rechtwinklig zu dem Stäbchen stehende kleine, etwa 36 mm. lange und 6 mm. breite, Meissel sitzen, wovon der eine mit der Schneide parallel zu dem Stäbchen, der andere recht-

winklig dazu steht. Dieser Kreuzmeissel dient namentlich dazu, Löcher in Thüren etc. zum Einstecken der Schlösser einzustemmen.

6. Das Hohleisen (Gouge, *Gouge*), Fig. 269 F, ist ein Stechbeitel mit rinnenförmiger Klinge zum Ausarbeiten von Vertiefungen, Rinnen etc. Die Zuschärfung erfolgt in der Regel, des leichteren Anschleifens wegen, von aussen nach innen. Die Krümmung wird je nach dem Bedürfniss von einem kleineren oder grösseren Krümmungshalbmesser (flache Hohleisen) erzeugt. Die Dimensionen stimmen mit denjenigen des Stechbeitels überein.

Bei den Drechslern findet das Hohleisen unter dem Namen Röhre (Drehröhre, Hohlmeissel, Schrotmeissel, Gouge, *Turning gouge*) zur ersten Bearbeitung des Holzstückes auf der Drehbank, zum Drehen aus dem Rohen (Schroten) die ausgedehnteste Verwendung. Damit die Schneide nicht mit der ganzen Länge auf einmal angreift, so ist dieselbe in eine Ebene gelegt, welche die Werkzeugachse schief schneidet, wodurch die mittlere Parthie m der Scheide vorzustehen kommt, Fig. 269 G. Deutsche Röhren sind von innen nach aussen, englische von aussen nach innen zugeschärft.

Die Zimmerleute ziehen Hohlmeissel, welche nach Art der Drehröhren angeschliffen sind, ebenfalls vor.

Für manche Arbeiten des Bildhauers, Holzschneiders, Formstechers etc. ist es zweckmässig, die Hohleisen der ganzen Länge nach etwas zu biegen (krumme, gebogene Hohleisen), oder nur am Ende aufzubiegen (aufgeworfene Hohleisen oder das Ende stark abwärts zu krümmen (übergeworfene Hohleisen).

7. Der Geissfuss (Burin à bois, Carrelet, Gouge triangulaire, *Corner chisel*, *Parting tool*) wird ein Meissel genannt, der zwei Schneiden besitzt, die in einer, rechtwinklig oder schiefwinklig zur Werkzeugachse stehenden, Ebene unter 45, 60 oder 90 Grad gegen einander geneigt sind. (Fig. 245 S. 212). Derselbe eignet sich zum Ausarbeiten winkliger Höhlungen, Furchen etc. und zur Erzeugung des vertieften Ganges einer hölzernen Schraube. Er bildet daher ein wichtiges Werkzeug für den Bildhauer etc. und das schneidende Organ des später zu erwähnenden Schneidzeugs für die Herstellung hölzerner Schrauben.

8. Endlich ist noch das Viereisen (Gouge carrée) zu erwähnen, welches aus drei rechtwinklig zusammenstossenden Schneiden besteht, und namentlich von Wagenbauern und in Stemm-Maschinen zum Abstemmen viereckiger Löcher benutzt wird.

Zu den meisselartigen Werkzeugen sind auch diejenigen zu rechnen, welche aus Blech oder dünnen Holzplatten, Scheiben von verschiedener Gestalt (rund, sternförmig, rosettenförmig etc.) auszuhauen oder auszuschlagen bestimmt sind. — Dazu gehören die Hauer [Aushauer, Emporte-pièce creux, *Hollow punch*[1])] der Klempner, die Ausschlageisen der Flittermacher und das Dippel- oder Dübeleisen der Böttcher. Die Hauer und Ausschlageisen, Fig. 270 A, sind Stahlstücke von der Form des Durchschlags, welche an der unteren Fläche ausgehöhlt sind und scharfe Schneiden a b von der gewünschten Figur besitzen. — Das Dübeleisen, Fig. 270 B, ist ein konisches Stahlstück a oder ein an der Schneide verstähltes oder ein-

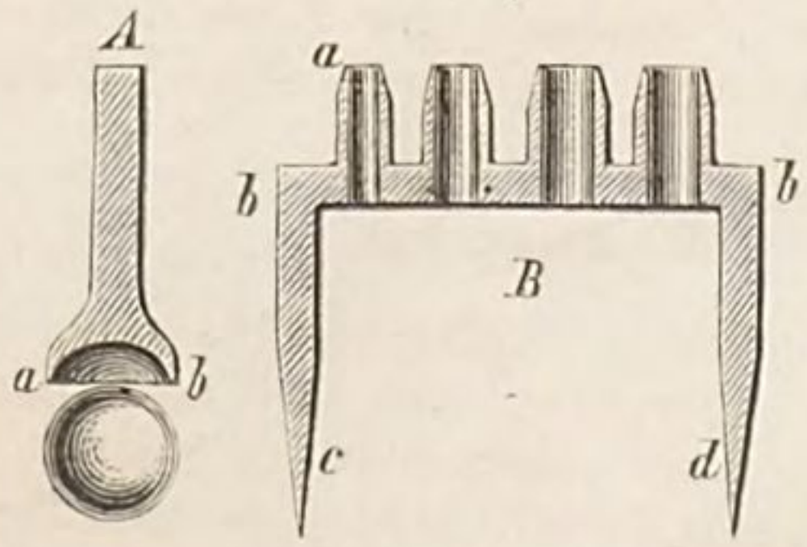


Fig. 270.

1) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. I. S. 275 u. 691. — Technol. Encyklop., Bd. I. S. 384.

gesetztes Eisenstück, welches in der Längenrichtung zylindrisch hohl und an der oberen Kante a angeschärft ist. Es wird gebraucht zur Anfertigung der Holzdübel, indem man roh vorbereitete Holzstücke von oben her durchschlägt. Um verschieden grosse Eisen dieser Art immer zur Hand zu haben, sitzen in der Regel mehrere derselben auf einer Eisenstange b b, die mit zwei Angeln c und d in einem Holzklotz befestigt ist.

Die Ausschlageisen (Emporte-pièce, *Punch*) für die Anfertigung der Flittern enthalten innerhalb der Schneiden oft noch Gravirungen, welche den Flittern zugleich Zeichnungen aufdrücken, und bekommen dann verschiedene von den Zeichnungen abgeleitete Benennungen: Scheibcheneisen, Knopfeisen, Röscheneisen, Blümcheneisen, Birneisen, Wanzeneisen u. s. w.

Endlich gehören zu den meisselartigen Werkzeugen die Messer[1]) der Holzarbeiter, welche sich in der gewöhnlichen Form (Schnitzer, Couteau, *Whittle*) von den bekannten Tischmessern nur dadurch unterscheiden, dass sie kürzer, bedeutend stärker und mit einem grösseren Schneidwinkel versehen sind. Zur Ausübung eines starken Druckes steckt man sie oft, Fig. 271 A, in einen langen Stiel a b, dessen Ende b auf die Schulter gelegt wird. Um das Messer bequem mit beiden Händen fassen und daher kräftig vorziehen zu können, ist es, Fig. 271 B, mit zwei Handgriffen h h versehen, welche auf Angeln befestigt sind, die rechtwinklig an den zwei Verlängerungen a c und b d des Messers sitzen. Dieses Messer, welches Zugmesser, (Ziehmesser, Reifmesser auch Schnittmesser, Plane, *Drawing-knife*) heisst, hat entweder eine gerade Klinge (Geradeisen) oder eine gebogene (Krummeisen) zum Arbeiten auf konvexen und in konkaven Flächen. Zu diesen letzteren gehören speziell die Schabeisen (Rundschaber) der Böttcher zum Wegschneiden der vorstehenden Kanten an den Fassdauben im Innern der Fässer etc. — Das Stöckchenmesser der Wagner ist ein, dem Zugmesser ähnliches Werkzeug; es besteht aus zwei Griffen mit einer Verbindungsstange, in deren Mitte sich ein schmalschneidiges, 24 bis 50 mm. breites, Messer (Stöckchen) befindet, das mit einer Druckschraube festgehalten wird, also auch ausgelöst werden kann. — Um Schnitte parallel einer Kante in Holz zu machen, ist ein Werkzeug anwendbar, welches die Einrichtung eines Streichmasses, Fig. 76 S. 71, aber statt der Reissnadel eine Schneide besitzt (Schneidmodel, Trusquin à lame, *Cutting gauge*).

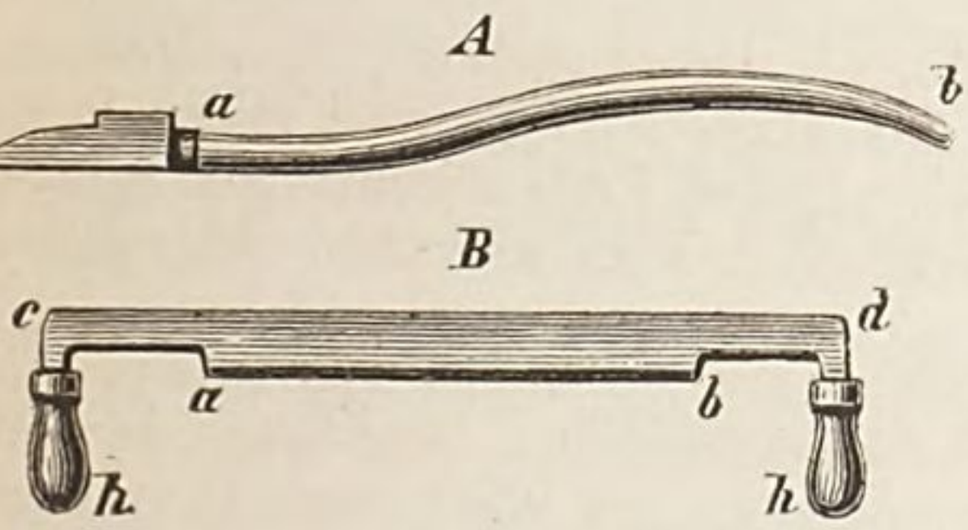


Fig. 271.

B. Beisszange.

In einem Falle werden zwei Meissel a b, Fig. 272, so angeordnet, dass sich ihre Schneiden zukehren und, gegeneinander bewegt, ein zwischen gelegtes Metallstück, namentlich Draht abschneiden (Abkneipen). Sie sind dann mit zangenartig zusammengesteckten Hebeln c d

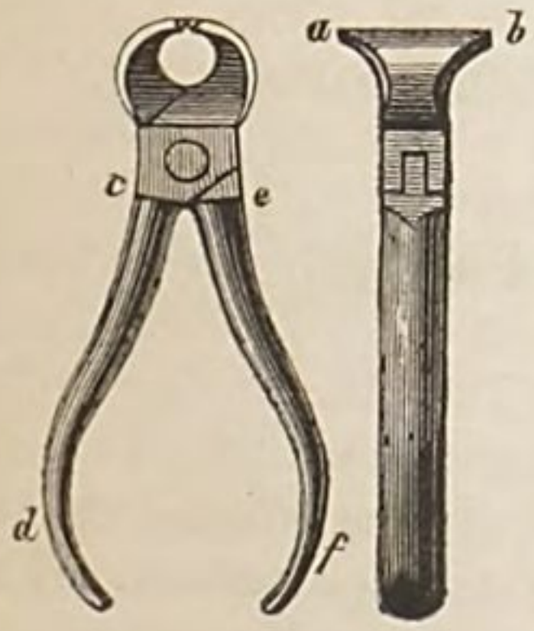


Fig. 272.

1) Karmarsch-Hartig, Technologie. Bd. I. S. 685. — Technol. Encyklop., Bd. VIII. S. 568, 615 u. 619.

und ef verbunden, um durch den Druck der Hand, selten mit Hilfe einer Schraube zusammengedrückt zu werden [Kneipzangen, Beisszangen, Drahtzangen, Tenailles à couper, Pince coupante, Pinces, *Nippers*, *Cutting nippers*, *Cutting plyers* [1])]. Die kleinen Zangenschneiden sind um 40 bis 50, die grossen um 60 bis 80° ein- oder zweiseitig angeschliffen. Letztere werden mitunter wie Stockscheren, S. 220, eingerichtet. Bei manchen Kneipzangen sitzen auch die Schneiden seitwärts (*Side nippers*).

C. Axt, Beil, Texel [2]).

Im Vorhergehenden sind diejenigen schneidenden Werkzeuge zusammengestellt, welche entweder durch einen Druck der Hand (Stichel, Holzdrehmeissel etc.) oder den Schlag eines zweiten Werkzeugs, des Hammers, oder auch dadurch zur Wirkung gebracht werden, dass man das Arbeitsstück dagegen treibt, wie beim Abschrot und Dübeleisen. Die Gründe für diese Art das Werkzeug in Thätigkeit zu setzen, sind denjenigen analog, welche S. 162 für die deformirenden Werkzeuge angeführt sind. Andererseits gewinnt aber das schneidende Werkzeug in manchen Fällen an Handlichkeit und Brauchbarkeit, wenn es, wie der Hammer, selbst so viel Masse bekommt, um wie dieser in Bewegung gesetzt, S. 142, die zum Eintreiben erforderliche lebendige Kraft aufzunehmen und abzugeben. Wegen der Unsicherheit, welche jedoch in der Handhabung eines solchen schneidenden Werkzeuges liegt, ist ihre Zahl gering und beschränkt sich auf diejenigen Werkzeuge des Holzarbeiters, welche den Gesammtnamen Axt, Beil und Texel führen.

Die Axt (Cognée, Coignée, Hache, *Ax*, *Axe*), Fig. 273 A, besteht aus einem zweiseitig, entweder wie ein Metallmeissel, Fig. 266 S. 232, oder

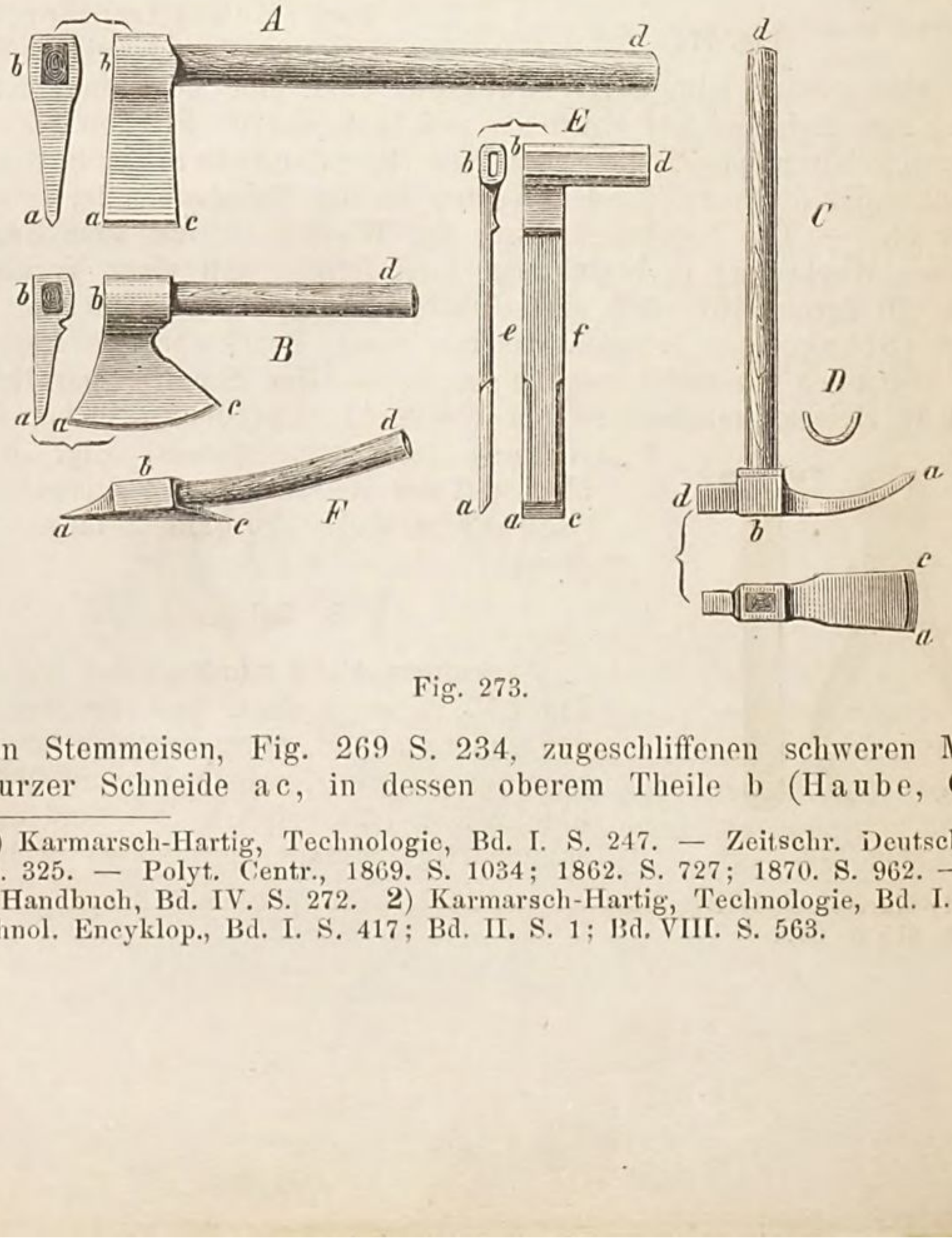


Fig. 273.

wie ein Stemmeisen, Fig. 269 S. 234, zugeschliffenen schweren Meissel mit kurzer Schneide ac, in dessen oberem Theile b (Haube, Oehr,

1) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. I. S. 247. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1871. S. 325. — Polyt. Centr., 1869. S. 1034; 1862. S. 727; 1870. S. 962. — Heusinger, Handbuch, Bd. IV. S. 272. 2) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. I. S. 682. — Technol. Encyklop., Bd. I. S. 417; Bd. II. S. 1; Bd. VIII. S. 563.

Haus) ein verhältnissmässig langer Stiel (Helm) b d aus zähem Holz sicher — gewöhnlich durch eingetriebene Keile — befestigt ist.

Das Beil (Hachette, Hache, *Hatchet*), Fig. 273 B, dahingegen besteht in der Regel aus einem einseitig, wie ein Stemmeisen oder Lochbeitel zugeschliffenen Meissel mit langer, gewöhnlich etwas gekrümmter Schneide a c, mit der Haube b und einem kurzen Stiel b d.

Der Texel, Fig. 273 C, endlich unterscheidet sich von der Axt und dem Beil wesentlich dadurch, dass die Schneide a c am Ende des Meissels quer gegen den Stiel gestellt und sowohl gerade, wie bei dem Stechbeitel, als krumm, wie bei dem Hohleisen (Fig. 269 D) von innen nach aussen angeschliffen ist.

Wenn zwar diese drei Werkzeuge in ihrem Wesen übereinstimmen, so ist doch ihre Anwendung und die für einzelne Fälle ausgebildete Beschaffenheit ziemlich verschieden.

1. Die Axt, welche zum Fällen der Bäume und zum Spalten des Holzes ein wichtiges Werkzeug ist, findet bei der Bearbeitung des Holzes nur zu sehr groben Arbeiten, also fast ausschliesslich beim Zimmermann, Schiffs- und Maschinenbauer Anwendung. — Je nach Zweck, Grösse und Form unterscheidet man wesentlich:

a) Die Zimmeraxt (Bundaxt, Bandhacke, Cognée, *Axe*), Fig. 273 A, hat etwa 300 mm. Länge, gerade, etwa 85 bis 100 mm. lange Schneide und einen 900 bis 1000 mm. langen Stiel.

b) Stossaxt (Stichaxt, *Mortise axe*), Fig. 273 E. Ihre Länge a b beträgt wohl 500 mm., die Breite, also auch die Länge der Schneide a c nur 60 mm. Ein Stiel ist hier nicht vorhanden, weil das Werkzeug nicht geschwungen wird; statt dessen aber ist die Haube b d 150 mm. lang und achteckig, um mit der Hand bequem gefasst und niedergestossen zu werden. Die Stossaxt dient namentlich zum Glätten tiefer Zapfenlöcher, und besitzt deshalb auch noch seitwärts von a nach e, und von c nach f hinaufragende Schneiden.

c) Zwergaxt (Queraxt, Bisaiguë, Bésague, *Twibil, Twybil*) ist insofern eine Doppelaxt, als sie aus zwei schmalen Schneiden besteht, wovon die eine axtartig, etwa 40 mm. lang, parallel, die andere, texelartig nur 25 mm. lang, quer gegen den Stiel steht, welcher in der, beide Meissel verbindenden, Haube befestigt ist. Der quer gestellte Theil dient dann als Lochbeitel, der längs gestellte als Stossaxt bei dem Ausarbeiten von Zapfenlöchern etc.

2. Das Beil findet dahingegen nicht nur bei den Zimmerleuten, sondern auch bei dén Stellmachern, Böttchern und Tischlern, sowie bei den Drechslern häufiger Verwendung, da es sich wegen der einseitigen Zuschärfung und der breiten Schneide zum Ebenen von Flächen sehr gut eignet. Damit sich in diesem Falle die flache Seite des Beiles an die Holzfläche anlegen lässt, ohne dass die Fingerknöchel des Arbeiters gegen die Holzkante stossen, ist die Haube b etwas seitwärts gedreht, Fig. 273 F, und der Stiel b d aus gebogenem Holze angefertigt. Je nach der Stellung des Stieles zur Schneide sind dann die Beile rechte oder linke.

Die Zimmerleute gebrauchen:

a) das Handbeil mit gerader, etwa 200 mm. langer Schneide und 450 mm. langem Stiel zum Behauen kleiner Holzstücke; und

b) das Breitbeil (Dünnbeil, Zimmerbeil, Doloire, Epaule de mauton, *Broad axe*) mit etwas gekrümmter, 320 mm. breiter Schneide und etwa 600 mm. langem Stiel zum Ebenen der Balkenseiten etc.

Die Stellmacher benutzen:

c) das Richtbeil, Rundbeil oder die Rundhacke mit stark gebogener, etwa 300 mm. langer Schneide und 450 mm. langem Stiel, und
d) die Stockhacke oder das Stockbeil, ein kleines gewöhnliches Beil;
e) die Spitzhacke mit einem sehr spitz auslaufenden Blatt;
f) das Felgenbeil oder richtiger Axt, weil von beiden Seiten zugeschärft, mit 150 bis 170 mm. langer Schneide und 370 mm. langem Stiel.

Die Böttcher gebrauchen eine grössere Auswahl von Beilen, namentlich

g) das Breitbeil (Lenkbeil, die Breithacke, Binderbarte) mit 120 mm. langer bogenförmiger Schneide und 450 bis 600 mm. langem Stiel;
h) das englische Handbeil, mit 170 mm. langer, fast gerader Schneide und 400 mm. langem Stiel;
i) das deutsche Handbeil mit 150 mm. langer Schneide, die nach dem Stiel zu einen starken Bogen macht und entgegengesetzt rechtwinklig gegen den Stiel abgesetzt ist;
k) die Kliebhacke, wie das Felgenbeil der Stellmacher und die Spitzhacke;
l) das Segerz, mit stark gekrümmter, 200 bis 250 mm. langer Schneide und wie die Spitzhacke an dem, dem Stiel entgegengesetzten Ende spitz auslaufend.

In den Werkstätten der Tischler und Drechsler findet sich nur das gewöhnliche Beil, auch wohl Tischlerbeil (Schreinerbeil) genannt, in wenig abweichender Form und wenig anders als zum Vorarbeiten aus dem Groben in Gebrauch.

3. Der Texel (Dexel, Dechsel, Deichsel, Deissel, Haue, Krummhaue, Assette, Essette, Asseau, Hachette, Erminette, Herminette, *Adze*, *Howel*, *Addice*) ist besonders geeignet, liegende Holzstücke an der horizontalen Oberfläche glatt, eben oder rinnenförmig ab- und auszuarbeiten. Ist das Blatt schwach gegen den Stiel gebogen, so heisst der Texel gerade, ist er stark gebogen, so heisst er krumm. Je nach Grösse und Form des Blattes hat der Texel verschiedene Benennungen.

a) Gerader Texel (Krummhaue, Herminette plate, *Barrel Howel*), Schneide 60 mm. und gerader Stiel 320 mm.
b) Krummer Texel (Mollenhaue, Herminette creuse, *Butt-howel*, *Spout Adze*), Schneide 120 mm. und wenig krummer Stiel 340 mm.
c) Felgentexel, Schneide 100 mm. und gerader Stiel 340 mm.
d) Gerinnentexel, Schneide 85 mm. und ⌐¬ förmig; Stiel 500 mm.

Um die Beile und Texel auch als Hammer zum Einschlagen von Nägeln etc. benützen zu können, wird der Nacken oder die Platte oft aus Stahl hergestellt oder mit einem hammerartigen Ansatz d, Fig. 273 C, versehen. — Beile werden ebenfalls zum Nagelausziehen mit einem sogenannten Geissfuss oder einer Klaue versehen.

D. Hobel.

Liegt die Aufgabe vor, grosse Flächen an Metall- oder Holzstücken genau abzuarbeiten, z. B. zu ebenen, oder mit Furchen von vorgeschriebener Form und Grösse, z. B. halbrunden, dreieckigen, viereckigen oder schwalbenschwanzförmigen Rinnen zu Prismenführungen, bei Holzverbindungen u. s. w. zu versehen, so ist zur Lösung dieser Aufgabe der Meissel, selbst in seiner vielfältigen Gestalt, und als Schnittmesser, Axt, Beil, Texel, nur sehr unvollkommen geeignet, ja oft gar nicht verwendbar. — Abgesehen davon,

dass die absetzende Art der Wirkung und die auf den Meissel zur Verwendung kommende beschränkte Kraft eines Hammerschlages, eines Zuges mit den Händen und dergleichen die Arbeit nur wenig fördert, so ist es namentlich die Unsicherheit in der Meisselführung durch die freie Hand, welche, vergrössert durch die ungleichartige Beschaffenheit des Materials – sowohl des Metalls als des Holzes — die genannte Arbeit, entweder nur unvollkommen, oder mit einem unbezahlbaren Opfer an Zeit und mit der grössten, das gewöhnliche Mass der Ansprüche weit überschreitenden Geschicklichkeit gelangen lässt. — Nur wenn das Werkzeug gezwungen wird in der vorgeschriebenen Bahn sich unabänderlich zu bewegen, kann seine Schneide geometrische Gebilde erzeugen, welche, von dieser Bahn und der Gestalt der Schneide abhängig, sich vorher genau bestimmen lassen. — Um für solche Zwecke nun das Werkzeug zwangläufig zu machen, müssen von demselben durch gehörig widerstandsfähige Körper sämmtliche Bewegungen fern gehalten werden, ausser denjenigen, welche das Werkzeug allein zur Hervorbringung bestimmter Oberflächen ausführen muss. — Je nach der Natur der Arbeit sind die Bewegungen und somit die Anordnungen zur Innehaltung bestimmter Bahnen verschieden. Am entwickelsten sind sie vorhanden in den Arbeitsmaschinen (Werkzeugmaschinen), da hier sämmtliche direkt und während der Arbeit auszuführende Bewegungen gezwungene sind. — Weniger vollkommen ist der Zwanglauf dahingegen bei den Geräthen, bei denen in der Regel nur ein Theil der Bewegungen zwangläufig gemacht wird und ein anderer *Theil* willkürlich beweglich bleibt.

Im Folgenden sollen nunmehr wesentlich die schneidenden Werkzeuge in Verbindung mit denjenigen Mitteln abgehandelt werden, welche dieselben je nach den Umständen mehr oder weniger zu bestimmten Bewegungen zwingen. —

Die Bearbeitung einer Metall- oder Holzfläche in der Weise, dass ein fest geführter Meissel über dieselbe hinweggeht und dabei Späne abhebt und fortnimmt, wird das Hobeln (Raboter, *Planing*) genannt. — Ursprünglich geschah dieses Abheben der Späne nur in längeren geraden *Zügen* mit Hilfe eines Meissels, der durch ein Holzgeräth (Hobelkasten, Fut, *Stock*) seine Führung erhielt, so dass die Stellung des Meissels zur Arbeitsoberfläche gleich blieb. Meissel und Hobelkasten zusammen bilden den Hobel (Rabot, *Plane*). Später, als diese Methode, die anfangs nur für die Bearbeitung des Holzes bekannt war, nicht nur auf Metall ausgedehnt wurde (namentlich durch die Erfindung der Hobelmaschinen), sondern auch auf Holz durch Maschinen mit rotirenden Meisseln die ausgedehnteste Anwendung erfuhr, erweiterte sich der Begriff des Hobelns, indem auch die zuletzt erwähnten Methoden Hobeln genannt werden.

1. **Für Holzarbeiter** [1]). Der Hobel für Holzarbeiter, Fig. 274 A, besteht wesentlich aus dem schneidenden, meisselartigen Theil m, (Eisen oder Hobeleisen, Fer, *Iron, Plane-iron*) und einem zweiten Theil k, der das Eisen aufnimmt und beherbergt (Kasten, Hobelkasten), namentlich aber die Bestimmung hat, dem Eisen während der Arbeit eine sichere Führung zu geben. Diese Führung bezweckt nicht nur, die Richtung des Hobeleisens zu fixiren, sondern auch das Eindringen desselben in das Holz, zur Regulirung der Spandicke, zu begrenzen, da diese eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf, wenn nicht ein Spalten oder Ausreissen entstehen soll. Zugleich muss der Hobelkasten unmittelbar vor dem Eisen einen Druck

1) Karmarsch-Hartig, Technol., Bd. I. S. 706. — Technol. Encyklop., Bd. VII. — Wertheim, Werkzeugkunde, Wien 1869.

auf die Holzoberfläche ausüben, ebenfalls zur Vermeidung des Ausreissens von Holztheilen (S. 214).

Das Eisen steht aus der unteren Fläche ab (Sohle, Hobelsohle, Semelle, *Sole*, *Face*) des Kastens soweit hervor, dass seine Schneide nur um die Dicke des abzunehmenden Spanes in das Holz einzudringen vermag. Seine Neigung zur Sohle, Fig. 274 C, beträgt gewöhnlich 45°, und

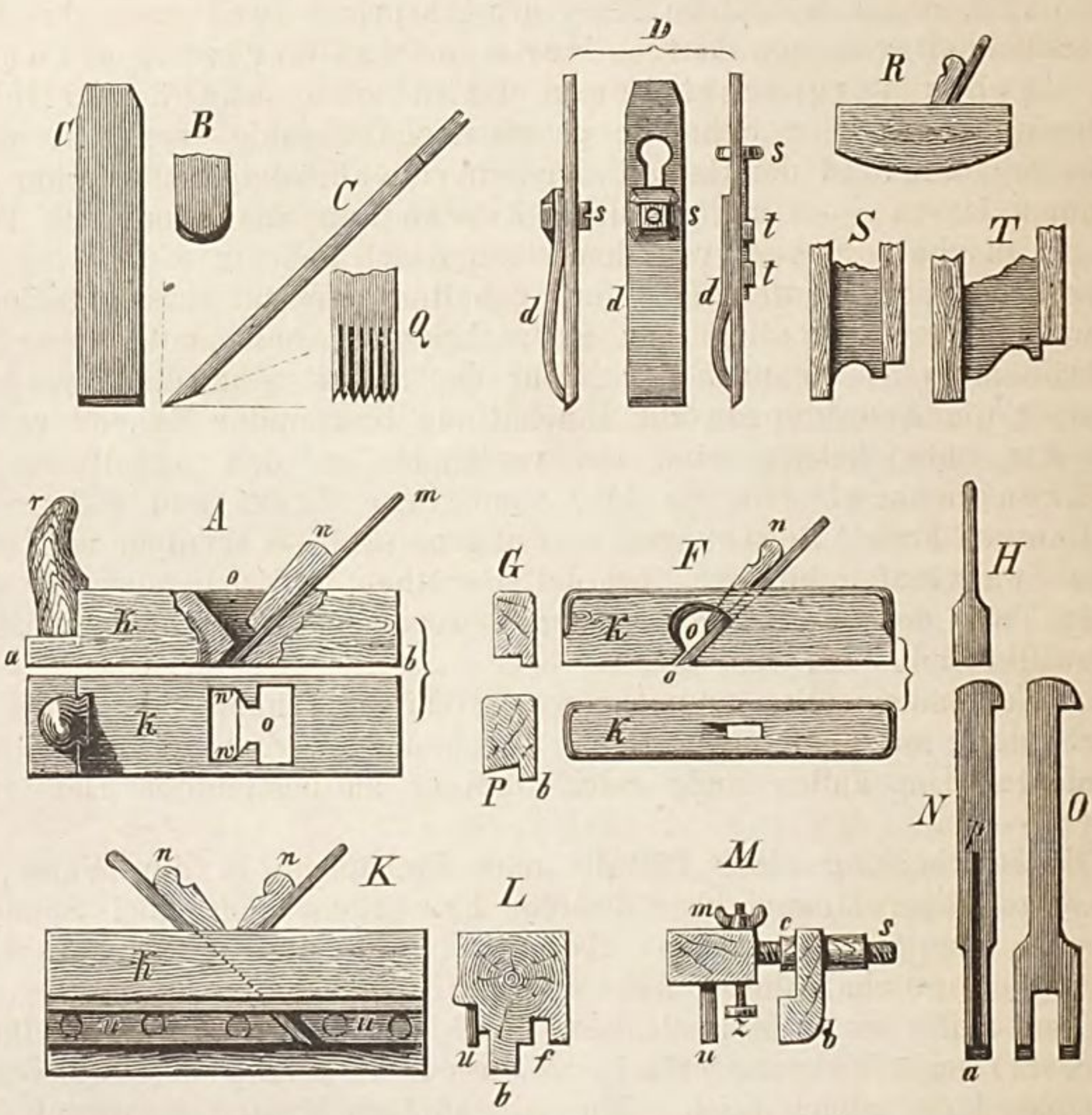


Fig. 274.

da die einseitige Zuschärfung etwa 30 bis 35° gross ist, so hat der Anstellungswinkel eine Grösse von 10 bis 15°. Befestigt wird das Eisen im Kasten fast immer durch einen Keil n, der vor dem Eisen von oben in ein Keilloch (Lumière, *Mouth*) eingetrieben wird. — Vor allen Dingen ist es erforderlich, dass der abgehobene Span sich leicht entfernen, d. h. an der Vorderfläche des Eisens emporsteigen kann. Zu diesem Zweck ist in dem Kasten unmittelbar vor dem Eisen ein, bis durch die Sohle gehender Schlitz o angebracht, welcher an der Sohle nur so weit sein darf, dass der Span noch gut abfliessen kann, damit seine vordere Kante wegen der auf das Holz auszuübenden Pressung nicht zu weit vom Eisen abrückt. Aus demselben Grunde muss der Schlitz ein Stück mit dem Eisen parallel laufen, weil sich bei einer Erweiterung des Schlitzes nach oben, in Folge der Abnützung der Sohle, auch das Spanloch erweitern würde. — Bewegt wird der Hobel dadurch, dass der Arbeiter den Kasten mit beiden Händen (selten mit einer) fasst und zwar mit der linken Hand vor, mit der rechten hinter dem Eisen. Zum bequemen Halten besitzen kleine Hobel gewöhnlich

vorn eine Nase r, (Poignée, *Horn*), grössere hinten einen ringartigen Griff, den die Hand umfasst. Der Zwang in der Bewegung wird hervorgebracht durch die Oberfläche des Arbeitsstückes, an welche die Hobelsohle angedrückt wird. Von der Beschaffenheit dieser Oberfläche und der Hobelsohle hängt also die Bewegung des Hobels ab. Ist die Arbeitsfläche z. B. wellenförmig, so wird der Hobel auch eine wellenförmige Bewegung annehmen, wenn seine Sohle nicht so lang ist, dass sie stets auf 2 Wellenbergen aufliegt: die behobelte Fläche wird wieder wellenförmig. Ist jedoch die Hobelsohle so lang, dass sie stets über mindestens 2 Wellenberge reicht, so wird das Eisen eben nur zuerst die oberen Theile dieser Berge wegnehmen und dann allmählich bis auf den Thalgrund vordringen, also die wellenförmige Oberfläche zunächst in eine Ebene verwandeln, wenn die Hobelsohle eben ist. — Aus diesem Grunde ist die Länge des Hobels für das Arbeiten mit demselben bedeutungsvoll.

Beim Beginn des Hobelns, wo durch die Wegnahme des Spanes die schnelle Annäherung des Arbeitsstückes an die gewünschten Formen und Dimensionen die Hauptaufgabe ist, muss der Hobel so beschaffen sein, dass man damit grobe Späne abnehmen kann, während späterhin, wo es mehr auf die Erzeugung einer glatten, sauberen Fläche ankommt, der Hobel dieser Aufgabe zu genügen hat.

Im ersten Falle, wo die Arbeit das Schroppen (Schruppen oder Schroten) genannt wird, hat der Hobel (Schrob-, Schropp-, Schrupp-, Schürf- oder Schurfhobel, Riflard, *Jack-plane*, *Horse plane*) ein weit vorstehendes, nur 24 bis 36 mm. breites, mit bogenförmiger Schneide (*Round-noset plane*) versehenes Eisen, Fig. 274 B, und einen etwa 260 mm. langen Kasten mit ebener Sohle.

Im zweiten Falle (zum Schlichten) dahingegen ist das Eisen (Schlichteisen) dieses Schlichthobels (Rabot, *Smoothing plane*) mit geradliniger — nur an den Ecken zur Vermeidung des Einreissens in das Holz etwas abgerundeter — Schneide, Fig. 274 C, von 48 bis 50 mm. Breite, die nur wenig aus der Sohle herausragt, und mit einem Kasten von 250 bis 300 mm. Länge und ebenfalls ebener Sohle versehen.

Aber auch bei diesem Schlichthobel sind die Bedingungen für die Hervorbringung sehr glatter Flächen nicht erfüllt, weil dazu das Abbrechen des Spanes unmittelbar nach seiner Abtrennung vom Arbeitsstück stattfinden und in Folge dessen ein grosser Schneidwinkel (S. 209) vorhanden sein muss. Weil dieser andererseits im Widerspruch mit dem günstigen Schneidwinkel steht, so hat man, um trotz eines grossen Ablenkungswinkels einen günstigen Schneidwinkel beizubehalten, ein wenig über der Schneide auf das Eisen eine Platte (Deckel, Deckelplatte, Kappe, Contrefer, Fer de dessus, *Top plane iron*, *Break-iron*) gelegt, gegen die der Span stösst, um sofort geknickt und fast rechtwinklig zur Hobelsohle abgeführt zu werden. Diese Deckel sind verschiebbar mit dem Eisen verbunden, entweder durch eine Klemmschraube s, Fig. 274 D, oder durch eine Schraube s, Fig. 274 D, welche durch zwei kleine Ansätze t t des Deckels geht, die in einem Schlitz des Hobeleisens gleiten, und sich mit dem Kopf gegen das Ende des Schlitzes stützt, so dass die Schraube zugleich zur Regulirung des Deckels dient. — Das mit Deckel versehene Hobeleisen heisst Doppeleisen (Double fer, *Double iron*) und der mit letzterem ausgestattete Hobel, Doppelhobel.

Mit den erwähnten Hobeln lassen sich jedoch ebensowenig geradflächige Vertiefungen (Nuthen, seitliche Absätze etc.) als konkave Flächen bearbeiten, weil das Hobeleisen nur so tief einzudringen vermag, als es

über die Sohle hervorragt, und weil gerade Schneiden nur zur Bildung ebener und konvexer Flächen geeignet sind. Soll der Hobel also z. B. rechtwinklige Vertiefungen ausarbeiten, so muss der Kasten so beschaffen sein, dass er in die Vertiefungen bis zum Boden derselben eintreten kann. Das setzt voraus, dass der Kasten nicht breiter ist als das Eisen an der Schneide, dass also an dem unteren Theil des Hobels die beiden Holztheile w w (Wangen), Fig. 274 A, welche neben dem Eisen den Vorder- und Hintertheil des Hobelkastens verbinden, fehlen. Das Spanloch o, Fig. 274 F, durchschneidet demnach die Sohle vollständig, so dass eine Verbindung der beiden, durch das Eisen getrennten Kastentheile nur an der oberen Stelle stattfinden kann. Da ausserdem diese Hobel gewöhnlich nur schmal sind, und ein, wie bei A, bis ganz nach oben durchgehendes Spanloch den Kasten zu sehr schwächen würde, so sind die Austrittsöffnungen o für den Span seitwärts angebracht, Fig. 274 F. Das Eisen erhält dann die Gestalt H, Fig. 274, um bequem von der Sohle her eingesteckt werden zu können. Ein solcher Hobel, Fig. 274 F, heisst Simshobel, Gesimshobel, (Guillaume, *Rebate plane, Rabbet plane*). Er hat eine Breite gleich der Breite der zu bildenden Furche, gewöhnlich zwischen 12 bis 40 mm. und eine Länge von 250 bis 300 mm. — Eine Abänderung dieses Simshobels besteht darin, dass nur eine Wange fehlt, während die andere sich sogar nach unten über die Sohle hinweg als eine vorspringende Leiste, als Anschlag oder Backen erstreckt. Der Hobel erhält hierdurch eine vollständige Prismenführung, Fig. 274 G, da er mit der Sohle auf dem Holze und mit dem Anschlag an der Seite desselben hingleitet. Er dient zum Aushobeln der viereckigen Kanteneinschnitte, (Falze, Feuillure, *Rebate*), die z. B. an Fenster- und Bilderrahmen zum Einlegen des Glases (Kittfalz) vorhanden sein müssen, und heisst deshalb Falzhobel, (Feuilleret, *Fillister*).

Bei der Bearbeitung konkaver Flächen sind drei Fälle zu unterscheiden, je nachdem die Fläche muldenförmig oder schmal rinnenförmig, z. B. nach architektonischen Gliedern, oder endlich rinnenförmig auf muldigen Flächen zu behobeln ist.

Im ersten Falle, der namentlich beim Schiffbau, beim Wagenbau und in der Küferei oft vorkommt, genügt es, die Sohle des Hobels in der Längenrichtung nach einem Bogen zu krümmen, so dass sie sich der vorgeschriebenen Konkavität anschliesst, ohne die Schneide zu ändern. Die so angeordneten Hobel bilden die Klasse der Schiffhobel, (Rabot rond, R. cintré, *Compass plane*), so genannt wegen der Aehnlichkeit mit den flach gebauten Schiffen, Fig. 274 R.

Im zweiten Falle bleibt die Hobelsohle in der Längenrichtung gerade; in der Querrichtung aber muss sie sowohl, als das Messer genau so profilirt sein, wie die Form der gewünschten Rinnen. Diese Hobel mögen kurzweg Fazonhobel oder Profilhobel genannt werden.

Endlich drittens müssen da, wo rinnenförmige Vertiefungen über flach konkave Flächen laufen, die Profilhobel mit den Schiffhobeln kombinirt werden zu Schiff-Profilhobeln.

Wenn man bei dem Gebrauch auf Querholz den Hobel so führt, dass die Schneide des Eisens sich parallel zu den Fasern bewegt, so würde die Faser an ihrer ganzen Länge auf einmal gefasst und nicht etwa abgeschnitten, sondern abgerissen werden, und die Fläche rauh zurücklassen. Dies findet jedoch nicht Statt, wenn der Hobel schräg gegen die Fasern geführt wird, weil dann, wie beim Langhobeln, nicht nur jede Faser im Verein mit den Nachbarfasern, sondern auch nach und nach abgehoben

wird. Da dies schräge Querhobeln mit einem gewöhnlichen Hobel, aber nur bei freier Bewegung desselben möglich ist, so muss bei einer gezwungenen Bewegung, also z. B. bei Simshobeln, Falzhobeln und Profilhobeln, das Eisen im Kasten gegen die Achse schräg gestellt werden (Schräger Hobel), was natürlich, da das Hobeleisen selbst gegen die Sohle geneigt steht, ein Eisen fordert, dessen Schneide ebenfalls schräg steht (Schräges Eisen) und dadurch zugleich alle Vortheile einer schrägen Schneide bietet. Um aber in diesem Falle und selbst bei Sims- und Falzhobeln eine glatte Fläche an der Seite, wo die Hirnfläche des Holzes zum Vorschein kommt, zu erhalten, wird noch oft mit dem Hobel ein Messer verbunden, welches, dem Eisen vorangehend, die Fasern rechtwinklig durchschneidet (Vorschneider, Dent tranchante, *Tooth Scoring point*).

Zu erwähnen ist schliesslich noch, dass beim Hobeln auf hartem Holz, auf Pokholz, Buchsbaum, Eisenholz etc. der Schneidwinkel grösser sein muss als 45°, und dass deshalb das Eisen gewöhnlich zwischen 60 und 90° gestellt wird.

Die im Vorstehenden beschriebenen Hobeln lassen sich, wie das in der Natur der Sache liegt, nicht nur in mannigfacher Weise kombiniren, sondern auch für bestimmte Arbeiten und Zwecke herrichten. Demnach können sie als Hobel-Typen gelten, und sind daher der folgenden Zusammenstellung der gebräuchlichsten Hobel zu Grunde gelegt.

1. Typus: Gewöhnlicher Schlichthobel.

1. Putzhobel oder Verputzhobel. Ist ein doppelter Schlichthobel zum letzten Abputzen der Arbeit, bei dem das Eisen nur äusserst wenig vorsteht und dessen Kasten gewöhnlich aus sehr hartem Holz oft mit eiserner Sohle besteht, um das Spanloch sehr schmal und genau erhalten zu können.

2. Rauhbank (Varlope, *Trying plane*). Ein langer (600 bis 750 mm.) und breiter (72 mm.) Schlichthobel, mit einfachem oder Doppeleisen (einfache und doppelte Rauhbank), besonders zum Ebenen und Schlichten. Fast gleich mit diesem Hobel ist der Glatthobel der Böttcher, von dem sich dann der Fugenhobel nur durch die Grösse unterscheidet.

3. Fügebank (Fugbank, Varlope, *Jointer*). Eine etwa 900 mm. lange Rauhbank zum Abrichten (Fügen) langer Kanten, z. B. an Fussböden, Dielen, gewöhnlich an den beiden Rändern der Sohle mit vorstehenden Leisten versehen, welche auf, neben dem, mit der Kante nach oben gestellten Brett, herlaufenden, gerichteten Brettern (Stossladen) gleiten, um die möglichst grösste Ebenheit hervorzubringen. In der Regel wird dieser Hobel von zwei Männern geführt, wovon der vordere an einem quer durch den Kasten gesteckten Griff zieht, während der andere nachschiebt (zweimännige Fügebank).

4. Stossbank (auch Fügebank, Fugbank und Fugbock genannt, (Grande varlope, *Jointer*). Eine 1,5 bis 3 m. lange Fügebank mit 100 mm. breitem Eisen, die aber schräg liegend mit dem Eisen nach oben — daher gewöhnlich an einem Ende mit 2 Beinen versehen — in der Weise in der Böttcherwerkstatt gebraucht wird, dass die Dauben über das Eisen hinweggestossen werden (Bestossen).

5. Reifbank. Eine nur etwa 1 m. lange Stossbank.

6. Blöchel. Eine zweimännige 450 mm. lange Fügebank.

7. Stemmhobel, (*Sun plane*). Ein Hobel mit ebener Sohle und geradschneidigem Eisen, aber in der Länge krumm, so dass die Seiten konzentrische Zylinderflächen bilden.

2. Typus: Simshobel und Falzhobel.

8. Doppelter Simshobel (G. à double fer). Mit Doppeleisen versehener Simshobel.

9. Steiler Simshobel (Guillaume debout, *Steep rebate-plane*). Das Eisen ist unter 65° statt 45° gegen die Sohle geneigt.

10. Schräger Simshobel (G. incliné, *Skew-rebate-plane*). Das Eisen steht schräg zur Hobelachse.

11. Stellbarer Falzhobel (*Moving fillister*): Falzhobel mit einem auf der Sohle desselben verschiebbaren und verstellbaren Anschlag.

12. Nuthhobel (Bouvet à rainure, B. femelle, *Grooving plane*), Fig. 274 K, M, N. Unter den Holzverbindungen ist eine Anordnung sehr gebräuchlich, bei welcher in eine rechteckige Vertiefung eines Holzstückes (die Nuth, Rainure, *Groove*), eine eben solche Erhöhung des zweiten Holzstückes (die Feder) eingesteckt wird. Diese Nuth kann offenbar mit einem Simshobel hergestellt werden. Weil aber die Nuthen sehr häufig und in den verschiedensten Breiten vorkommen, so hat man einen Hobel eingerichtet, mit welchem Nuthen von verschiedener Breite und Tiefe sicher gehobelt werden können. Bei einem solchen Hobel befindet sich an der unteren Fläche des Hobelkastens K, sowohl zur Führung als zur Unterstützung des Eisens eine Eisenschiene u u (Zunge, Languette) mit einer Unterbrechung zum Durchbringen des Eisens N, das sich mit einer Furche p a auf dem Rücken sicher und unverrückbar gegen den hinteren Theil der Zunge legt. Die Zunge u vertritt daher in der Nuth den Hobelkasten und ermöglicht die Anwendung einer beliebigen Zahl von Nutheisen in einem Hobel; gleichzeitig bestimmt ihre Höhe auch die Tiefe der Nuth weil der Holzkasten auflauft, wenn die Zunge in der ganzen Tiefe eingedrungen ist. Zweckmässig aber ist der Nuthhobel mit zwei Führungen versehen, Fig. 274 M. Die eine z (der Auflauf oder Anlauf, *Stop*) begrenzt die Tiefe des Eindringens, die zweite b (der Backen oder Anschlag, *Fence*) sichert die Entfernung des Eisens, also auch der Nuth von der Kante des Arbeitsstückes, (Nuthhobel mit Stellung, Bouvet brisé, B. de deux pièces, B. à écartement, *Plough*, *Screw plough*). Beide Führungen sind, wenn der Nuthhobel ausgedehnte Verwendung finden soll, verstellbar einzurichten. Zu dem Zwecke geht der Auflauf z mit einer Schraube durch den Kasten und wird durch die Flügelmutter m in beliebiger Höhe festgehalten, während der Anschlag b durch zwei Schrauben s mit Muttern und Gegenmuttern c c in feste Lage zu dem Hobel gebracht wird.

13. Federhobel (Bouvet à languette, B. mâle, *Tongue-plane*). Die zu den Nuthen gehörenden Federn (Languette, *Tongue*) können mit einem Falzhobel hergestellt werden, welcher die Kantenecken soweit rechtwinklig wegarbeitet, dass in der Mitte des Brettrandes die Feder stehen bleibt; in der Regel jedoch werden sie mit einem besonderen Hobel (Federhobel) hergestellt, der zu dem Nuthhobel passt und sich von diesem wesentlich nur durch das Eisen Fig. 274 O, welches gabelförmig gespalten ist, unterscheidet. Da Nuth- und Federhobel paarweise zusammengehören, so findet man sie auch häufig vereinigt an einem Werkzeug, wie Fig. 274 K und L zeigen, wo bei u der Nuthhobel und bei f der Federhobel sichtbar ist, welches dann

14. Spundhobel (Bouvet, *Slit deal plane*) heisst, weil das Verbinden mit Nuth und Feder das Spunden genannt wird. — Der Spundhobel ist oft zweimännig und wird dann so gebraucht, dass er in einer Richtung ein Brett nuthet und auf dem Rückwege ein zweites danebenliegendes federt.

15. Seitwärts schneidender Sims- und Falzhobel (Wangenhobel, Wandhobel, Guillaume de côté, *Side rebate-plane*, *T-rabbit-plane*).

Dient zur Erweiterung und Glättung von Nuthen und Falzen. Entweder ist er mit einem Eisen versehen, welches an der Seite aus dem schmalen aber hohen Hobelkasten hervorsteht, oder mit einer breiten dünnen, gewöhnlich aus Eisen gebildeten Sohle, so dass der Kastenquerschnitt und das Eisen einem ⊥ gleicht. Gebraucht wird dieser Wangen- oder Wandhobel, indem die eine Hälfte der Sohle mit der halben Schneide gegen die Seitenwand gelegt und an derselben hingeführt wird. Auch hier sind Doppeleisen und schräg gestellte Eisen in Gebrauch. (Doppelter Wangenhobel; Schräger Wangenhobel).

16. Grathhobel (*Dovetail plane*). Ist der Falz an einem Arbeitsstück nicht rechtwinklig, sondern spitzwinklig, so muss zur Herstellung desselben (des Grathes, *Key*) ein Hobel gebraucht werden, dessen Sohle gegen die Seite um den betreffenden Winkel abgedacht ist. Dieser Hobel, gewöhnlich mit Anschlag versehen, ist der Grathhobel, Fig. 274 P. Zum Arbeiten auf Querholz besitzt er einen Vorschneidzahn. Der Anschlag b ist wie beim Falzhobel oft verstellbar (Verstellbarer Grathhobel).

17. Plattenhobel, Plattbank, (Rabot plate-bande, Guillaume à plates-bandes, Feuilleret à plates-bandes, *Side fillister*). Dient zum Bearbeiten von Flächen, welche unter stumpfem Winkel gegen andere Flächen stossen, z. B. die schrägen Flächen (Platten, Plate-bande, *Rebate*), welche um Thürfüllungen herumlaufen und die schlanken Keile bilden, mit welchen die Füllungen in das Rahmholz eingesteckt werden. Die Plattbank ist ein Falzhobel mit einer Sohle, die unter stumpfem Winkel gegen die Seite gestellt ist, und dessen Eindringen durch einen an der Seite des Hobelkastens sitzenden Auflauf regulirt wird. Da die Plattbank viel auf Querholz arbeiten muss, so hat sie gewöhnlich ebenfalls ein Vorschneidmesser. Ausserdem wird Anschlag und Auflauf oft verstellbar eingerichtet (Verstellbare Plattbank), und die Plattbank mit schrägem Eisen ausgestattet.

18. Grundhobel (Guimbarde, *Router plane*, *Old-woman's tooth*). Dient zum Ebenen des Grundes ausgestemmter Vertiefungen, welchem man mit Simshobeln etc. nicht beikommen kann. Das Eisen dieses Hobels ist ⊥ artig gekröpft und steht um die Lochtiefe aus der Hobelsohle hervor, welche letztere auf den Rändern der Vertiefungen geführt wird.

19. Zahnhobel (Rabot à dents, R. à fer bretté, *Toothing plane*). Unter den Hobeln mit steilstehenden Eisen ist noch der Zahnhobel bemerkenswerth, dessen Eisen, Fig. 274 Q, nicht nur fast senkrecht steht, sondern auch an der Schneide sägenartig gezackt ist, (Zahneisen, Fer bretté, *Tooth-plane-iron*) um auf hartem oder sehr unregelmässig gewachsenem Holze, Maserholz u. s. w., zu arbeiten, weil dann ein Ausreissen nicht zu befürchten ist. Auch dient er zum Rauhen von Flächen (Zahnen, Bretter, Bretteler, *Scratching*), damit aufgestrichener Leim, Gyps etc. besser haftet.

3. Typus: Schiffhobel.

20. Stellbarer Schiffhobel. Um den Schiffhobel für Flächen verschiedener Konkavität brauchbar zu machen, wird seine Sohle oft aus einer federnden Stahlplatte gebildet, die an den Enden mit Spannschrauben versehen wird, welche durch den Hobelkasten gehen und die Platte mehr oder weniger krumm ziehen. Auch ein am vorderen Ende des Hobelkastens angebrachter auf- und niederstellbarer eiserner Fuss genügt dem in Rede stehenden Zwecke. Zwei verstellbare, sich drehende Walzen, eine vor, eine hinter dem Eisen angebracht, scheinen hier gut anwendbar zu sein.

21. Krummer Simshobel (Guillaume cintré). Ein schiffhobelartig gebogener Simshobel.

22. Gärbhobel. Der vom Böttcher gebrauchte Simshobel.

23. Backenhobel. Ein ebenfalls von den Böttchern gebrauchter krummer Wangenhobel, um in Gefässen quer gegen die Dauben bis an den Boden kommen zu können.

24. Schabhobel der Böttcher. Sohle sowohl nach Länge und Breite konvex.

25. Spatzenhobel, ein Schabhobel, bei dem das Eisen nicht auf der Mitte, sondern an der vorderen Kante der Sohle steht, um bis dicht an eine Wand eines Gefässes arbeiten zu können.

26. Krummer Falzhobel, Stosshobel. Ein schiffhobelartig gebogener Falzhobel.

4. Typus: **Profilhobel.**

27. Kehlhobel (Rabot à moulures, *Moulding plane*). Der allgemeine Name für den Hobel mit Profileisen, (Kehleisen, Fer à moulure, *Moulding plane-iron*) zur Hervorbringung von Gesimsen, die aus architektonischen Gliedern zusammengesetzt sind und Kehlungen (Moulures, *Mouldings*) genannt werden. — Eine Sammlung solcher Hobel bildet das Kehlzeug.

28. Stabhobel (Rabot à boudin, *Round plane*). Eisen und Sohle konkav gekrümmt und zwar halbkreisförmig für den Rundstab, viertelkreisförmig für den Viertelstab oder Wulst, gedrückt bogenförmig für den gedrückten oder französischen Stab, Fig. 274 S.

29. Hohlkehlhobel (Gorget, Gorge-fouille, Guillaume onglé, *Hollow plane*). Eisen und Sohle konvex bogenförmig, zur Erzeugung von Hohlkehlen.

30. Karnieshobel (Mouchette, Rabot à doucine, *Cornice plane, Ogee plane*). Eisen und Sohle ∾ förmig, Fig. 274 T.

31. Fenstersprossenhobel. Eisen und Sohle dem Fenstersprossenprofil umgekehrt kongruent

32. Stabzeug. Ein Kehlhobel der Böttcher zur Hervorbringung von Leistenwerk auf dem Boden grosser Fässer.

33. Kranzhobel (Bahnhobel). Ein Kehlhobel, der an einem Lineal (Feder) im Kreise herumgeführt wird und daher auch einen in der Länge gebogenen Kasten hat.

34. Frosch-Bramschnitt. Ein Kehlhobel, der schiffhobelartig gekrümmt ist zur Erzeugung der reifenartigen Verzierungen des Frosches (des äusseren Daubenrandes) an Fässern.

Endlich sind noch einige hobelartige Werkzeuge für besondere Zwecke zu erwähnen.

35. Zündhölzchen-Hobel. Ein geradsohliger Hobel, mit einem Eisen, dessen Schneide aus einer Anzahl kleiner kreisförmiger oder quadratischer Dibbeleisen besteht, welche auf Langholz vorgeschoben, diesen Querschnitten entsprechende, lange, aber dünne Holzstäbchen (Holzdraht) zur Anfertigung der Zündhölzchen, Holzjalousien etc. erzeugen.

36. Rundhobel. Besteht aus zwei quer zylindrisch ausgehöhlten Hobeln, welche einander die Sohlen zukehren, und durch zwei durchgehende Schrauben in bestimmter Entfernung gehalten werden. Durch Drehung in einen vorgerichteten Stab und Verschiebung längs desselben, arbeitet dieser Hobel die Oberfläche zylindrisch ab. Gebraucht wird er namentlich zum Rundhobeln von Holzzapfen an Radspeichen.

37. Speichenhobel (Schabhobel, Bastringue, Wastringue, Racloir, *Spoke shave*). Der Hobelkasten ist wie ein umgekehrter Schiffhobel in der Längenrichtung etwas konkav, ebenso das etwa 100 mm. lange und 12 bis 24 mm. breite Eisen, oder besser Messer, welches in der Längenrich-

tung mit beiden Enden an der Hobelsohle festgeschraubt ist. Ferner besitzt der Kasten an jedem Ende einen in der Achsenrichtung liegenden Handgriff, so dass er wie ein Zugmesser, zum Glätten konvexer Oberflächen, z. B. an Radspeichen, geführt wird.

Da der Hobel ein ausserordentlich viel gebrauchtes Werkzeug ist, so kann es nicht befremden, dass man an ihm vielfach Konstruktion und Anlage mechanisch vollkommener herzustellen versucht hat [1]). — Wenn zwar diese Aenderungen wenig in Aufnahme gekommen sind, weil sie oft die Einfachheit und Billigkeit beeinträchtigen, so dürfen die wesentlichen doch hier nicht übergangen werden.

Zur Erhöhung der Haltbarkeit hat man nicht nur die Sohle des sonst ganz aus hartem Holze gebildeten Hobelkastens, sondern oft den ganzen Kasten aus Metall, gewöhnlich Eisen — seltener, weil verwerflich, aus Messing — angefertigt, oder auch an den der Benützung besonders unterworfenen Stellen sehr hartes Holz eingelegt.

Am Doppelhobel hat man die Deckplatte mitunter rechtwinklig von oben durch den Kasten gehend und mit feinen Stellvorrichtungen angeordnet.

Gelegentlich mag auch des Hobels erwähnt werden, der auf Rollen läuft, die aus der Sohle hervortreten, (um die Reibung zu verringern) als eines Hobels, welcher der Bedingung nicht genügt, dass vor dem Eisen ein Druck auf das Holz stattfindet.

Mancherlei Versuche, einen Universalhobel zu schaffen, sind bis jetzt ohne praktische Erfolge geblieben.

2. **Metallhobel** [2]). In der Metallverarbeitung kommt der Hobel ebenfalls in Anwendung, wenn auch nur in sehr seltenen Fällen, weil er namentlich durch die gegenwärtig vorhandenen kleinen Werkzeugmaschinen ersetzt wird. Der Metallhobel ist dem Holzhobel nachgebildet und unterscheidet sich von diesem nur durch einen schwereren Kasten, der ganz aus Metall (Eisen) besteht, oder wenigstens mit dicker Metallsohle versehen ist, und durch ein steil gestelltes starkes Eisen mit einem Zuschärfungswinkel von 60 bis 75°, das entweder wie ein Zahneisen oder ein Schrubeisen beschaffen ist.

E. Hobelmaschinen, Bestossmaschinen, Stemmaschinen.

Die Hobelmaschinen bezwecken, wie schon der Name andeutet, eine Bearbeitung von Metall- und Holzstücken nach dem Begriff des Hobelns. Da nun der Zweck, den die Arbeit des Hobelns erfüllen soll, auf sehr verschiedene Weise zu erreichen ist, so kann es nicht auffallen, dass auch die Maschinen, welche in die Kategorie der Hobelmaschinen gebracht sind, in ihrem Wesen sehr von einander abweichen. Wesentlich unterscheiden sich hier z. B. die Metallhobelmaschinen von den gebräuchlichen Holzhobelmaschinen. Während jene ausschliesslich Meissel besitzen, die in geradlinigen Schnitten die Späne abnehmen, ist bei diesen die rotirende Bewegung des Werkzeugs Regel, die geradlinige eine höchst selten vorkommende Ausnahme. Aus diesem Grunde müssen hier die Hobelmaschinen mit rotirendem Werkzeug räumlich von denen mit geradlinig sich bewegenden Meisseln getrennt werden, d. h. es sind die Metallhobelmaschinen von den Holzhobelmaschinen abgesondert und den Holzhobelmaschinen vorangehend zu betrachten.

---

1) Polyt. Centr., 1848. S. 241; 1855. S. 903; 1860. S. 748; 1861. S. 753; 1873.
2) 553. — Dingler's Journ., Bd. 107. S. 326; Bd. 155. S. 252; Bd. 159. S. 418. S. Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. I. S. 264.

1. **Metallhobelmaschine** (Machine à raboter, Raboteuse, *Planing machine* [1])]. Das Werkzeug der Metallhobelmaschine ist ein Meissel (Stichel, Stahl, Outil, Burin, *Planing tool, Cutter*), der mit seiner Schneide in geraden Zügen von der Metalloberfläche Späne (bis zur Dicke von 10 mm.), gewöhnlich aber etwa 1 bis 2 mm. dick abhebt. Je nach den S. 209 näher dargelegten Verhältnissen kann die Schneide verschieden angeordnet sein. In der Regel ist sie geradlinig, oft aber auch abgerundet oder spitz. Die abgerundeten Schneiden sind besonders (wie beim Abhobeln des Holzes) zum Abhobeln der oberen ersten Schicht in Anwendung, beim Abarbeiten aus dem Groben (Schroten, Dégrossir, Décrouter, *Rough planing*), während die geraden zum Ebenen (Schlichten, *Smoothing*) dienen. Nur wenn der Span seitwärts fortgenommen wird, S. 213, Fig. 246 C, ist auch die seitwärts stehende Schneide eine gerade, oft schräg gegen die Bewegungsrichtung gestellte.

Unter der Voraussetzung, dass eine grössere Arbeitsfläche eben abgehobelt werden soll, kann die Arbeit nur streifenweise geschehen (S. 213). Aus diesem Grunde ist zwischen Arbeitsstück und Werkzeug eine gegenseitige Bewegung derart zu veranlassen, dass der Meissel nach und nach zu jeder Stelle des Arbeitsstückes gelangt. Dazu sind zwei rechtwinklig auf einander stehende Bewegungen erforderlich und genügend. Diese beiden Bewegungen (Haupt- und Schaltbewegung, S. 218) werden entweder allein vom Werkzeug, oder allein vom Arbeitsstück, oder vom Werkzeug und Arbeitsstück gemeinschaftlich ausgeführt.

Gewöhnlich findet die Bewegung in der Weise Statt, dass das Arbeitsstück die Hauptbewegung, das Werkzeug die Schaltbewegung macht.

Erhält das Arbeitsstück die Hauptbewegung, so muss dasselbe zunächst fest auf einer beweglichen Unterlage (Tisch, Schlitten, Table, Plateau, *Table*) liegen, welche ihrerseits wieder gehörig sicher durch ein Gestell (Bett) zu unterstützen ist. Den Tisch bildet eine verhältnissmässig grosse und starke, gusseiserne Platte, die mit Vorrichtungen zur Befestigung des Arbeitsstücks (Aufspannen) und sicherer Führung auf dem Bett (Prismenführung) versehen sein muss. Zum Zweck der Befestigung des Arbeitsstückes ist diese Platte (Aufspanntisch) entweder mit Längsfurchen oder mit Durchbrechungen auszustatten, in denen sich besondere Theile, Haken, Klammern etc. befinden, und der Grösse und Form des Arbeitsstückes entsprechend verschieben lassen. Die gebräuchlichsten derselben sind in Fig. 275, s. f. S., gezeichnet. Bei A besteht der befestigende Theil aus einem Haken b, der durch den Tisch T gesteckt wird, oben auf das Arbeitsstück a greift und unter dem Tisch durch eine Mutter m festgezogen wird. — Bei B wird die feste Verbindung des Arbeitsstückes a mit dem Tische T durch Quer-

---

1) Hart, Werkzeugmasch., S. 233. — Wiebe, Maschinenbaumaterialien, Bd. 1. S. 608. — Hesse, Werkzeugmasch. d. Wiener Ausstellung, S. 58. — Technol. Encyklop., Bd. 23. S. 445. — Hütte, 1856. Taf. 4, e. f; 1857. Taf. 2; 1858. Taf. 5 u. 42. 1859. Taf. 3; 1867. Taf. 11; 1871. Taf. 10; 1874. Taf. 3, a. b. — Wiebe, Skizzenbuch, 1869. Heft 65. Bl. 2, 3, 4; 1873. Heft 85. Bl. 6; 1873. Heft 86. Bl. 4. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1861. S. 301; 1865. S. 293; 1869. S. 792; 1870. S. 464; — Masch. Const., 1869. S. 119; 1870. S. 157; 1871 S. 147 u. 201; 1872. S. 179; 1873. S. 340; — Armengaud, Publ. ind., Bd. 1. Taf. 6—10, 21—23, 30—31; Bd. 2. Taf. 20; Bd. 3. Taf. 13; Bd. 9. Taf. 6; Bd. 11. Taf. 19; Bd. 14. Taf. 10; Bd. 15. Taf. 39; Bd. 16. Taf. 22; Bd. 17. Taf. 15. — Kronauer Zeichn., Bd. 1. Taf. 22—25; Bd. 2. Taf. 14 u. 15; Bd. 4. Taf. 8. — Polyt. Centr., 1853. S. 197; 1858. S. 1464; 1860. S. 289 u. 1095; 1862. S. 1479; 1864. S. 498; 1865. S 783; 1867. S. 219; 1868. S. 844; 1873. S. 894; 1874. S. 290 u. 856. — Dingler's Journ., Bd. 136. S. 185; Bd. 155. S. 7; Bd. 162. S. 168; Bd. 164. S. 20; Bd. 177. S. 208; Bd. 190. S. 266; Bd. 215. S. 110; Bd. 216. S. 121; Bd. 217. S. 92; Bd. 218. S. 396.

schienen q und die Schraubenbolzen o vermittelt; diese Methode ist beschränkt, weil die Arbeitsoberfläche zum Theil durch die Schienen bedeckt wird.

Bei C endlich erkennt man leicht, dass ein Schraubenträger o vorhanden ist, der sich mit einem Ansatz in einer Nuth des Tisches bewegen lässt und eine Querschraube s trägt, welche gegen das Arbeitsstück a drückt und dasselbe durch eine korrespondirende Schraube festklemmt.

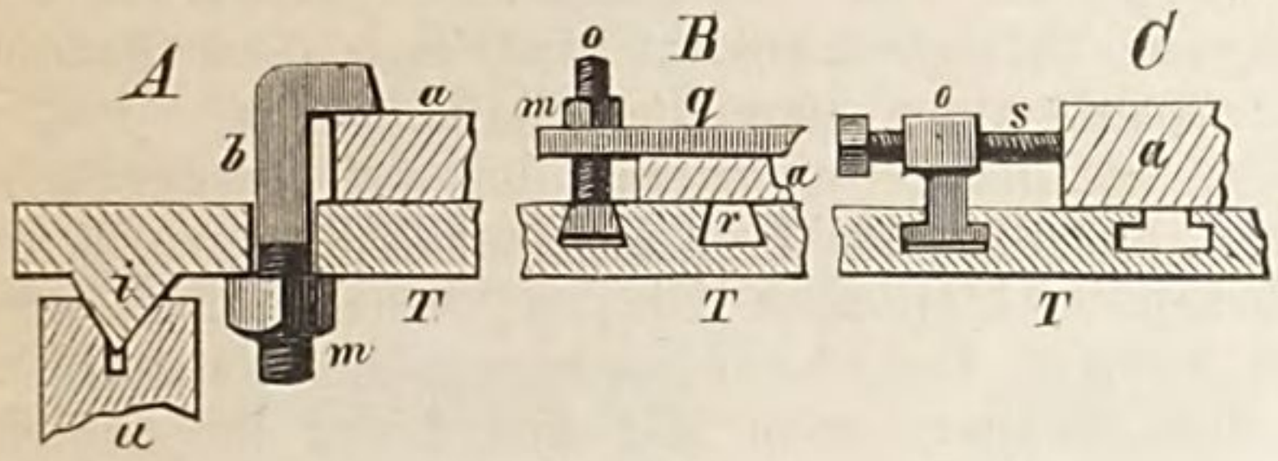


Fig. 275.

Zur Führung sind an der unteren Seite des Schlittens prismatische Ansätze i, Fig. 275 A, — gewöhnlich von dreieckigem Querschnitt — vorhanden, welche in entsprechenden Vertiefungen des Bettes u gleiten.

Die Hin- und Herbewegung des Tisches wird bei kleinen Maschinen oft durch einen Kurbelmechanismus oder auch, namentlich bei den Handhobelmaschinen, durch Hebel und Zugstange, bei grossen Maschinen aber durch eine Zahnstange — mit Rad- oder Schneckengetriebe — oder durch eine Schraubenspindel mit Mutter, selten durch Ketten erzielt. Da die Regelmässigkeit der Bewegung, d. h. eine gleichförmige Geschwindigkeit für eine gute Wirkung nothwendig ist, so muss bei dem Kurbelmechanismus durch Einschaltung elliptischer Räder, Koulissenhebel etc., die Unregelmässigkeit der Kurbelbewegung kompensirt werden. — Die Grösse der Tischbewegung hängt von der Länge des Arbeitsstückes ab und muss dieser möglichst angepasst werden, damit der Leergang nicht zu lange dauert; dieser Grösse entsprechend ist auch die Umkehrung der Bewegung (Umsteuerung) früher oder später herbeizuführen. Bei einem Hebelmechanismus wird die Hublänge einfach durch die Hebellängen oder den Bewegungswinkel fixirt. Bei der Kurbel genügt, — da eine Umsteuerung gar nicht erforderlich ist, weil die rotirende Bewegung der Kurbel durch die Lenkstange schon in eine hin- und hergehende umgesetzt wird, — die Anwendung der Schlitzkurbel mit verstellbarem Zapfen, dessen Entfernung von der Kurbelachse etwas mehr als die halbe Länge des Arbeitsstückes betragen muss. — Sind Zahnstangen oder Schraubenspindeln als bewegende Organe vorhanden, so sind besondere Umsteuerungsvorrichtungen nicht zu umgehen. In der Regel sind sie selbstthätig, indem seitwärts an dem Tische sich verstellbare Knaggen befinden, welche gegen Ausrückhebel wirken, die ihrerseits Umkupplungen verschiedener Art vornehmen.

Gewöhnlich ist die Einrichtung so getroffen, dass der Meissel nur bei einer Bewegungsrichtung des Tisches zur Wirkung kommt, um in diesem Falle den Zeitverlust zu verringern, gibt man dem Tisch bei dem Rückgange oft eine grössere Geschwindigkeit (schneller Rückgang, *Retour rapide*).

Unmittelbar über dem Tisch steht der Meissel, festgehalten von dem Meisselträger (Support, Porte-outil, *Head stock*), der von einem Querbalken getragen, je nach der Höhe des Arbeitsstückes höher oder niedriger gestellt werden kann und die Schaltbewegung auf den Meissel überträgt.

Um die Einstellung sowohl, als die Schaltbewegung leicht herbeiführen zu können, ist zunächst der Querbalken mit beiden Enden in vertikalen Gestelltheilen, führbar an zwei Schrauben, aufgehängt, die durch Drehung

eine vertikale Verschiebung des Balkens verursachen. (Die feine Einstellung des Meissels geschieht dann am Support selbst). Sodann ist der Support wieder längs des Querbalkens verschiebbar und zwar durch eine horizontale Schraube, die in dem Balken liegt und durch eine Mutter im Support geht. Am äusseren Ende trägt diese Schraube ein Sperrad, auf welches ein Sperkegel einwirkt, der von dem Umsteuerungsapparate unmittelbar nach dem Leergange in Thätigkeit gesetzt wird, und die Schraube um einen gewissen von der Spanbreite abhängigen Winkel dreht.

Damit der Meissel beim Rückgange nicht auf der Arbeitsoberfläche schleift, sondern sich davon abhebt, steckt er in einer an der vorderen Seite des Supports angebrachten kippbaren Klappe, welche sich beim Arbeitsgang fest gegen den Support legt, beim Rückgange sich aber davon entfernt. Ferner ist bei dem Support noch die Anordnung zu treffen, dass man den Meissel zum Hobeln schräger Flächen einstellen kann, was gewöhnlich durch ein Drehen des Supports in der Vertikalebene erreicht wird. — Zu bemerken ist noch, dass der Stahl mit der Schneide etwas aus der Vertikallinie rückwärts stehen muss, damit er bei einem etwaigen Nachgeben nicht tiefer in das Material eindringt (sich nicht fängt), sondern aus demselben heraustritt.

In einzelnen Fällen, z. B. bei sehr schweren Arbeitsstücken, zu deren Bewegung eine sehr grosse Kraft erforderlich ist und bei sehr kleinen Maschinen mit rascher Bewegung, liegt das Arbeitsstück unbeweglich; dann führt das Werkzeug oder der Werkzeugträger sowohl die Arbeitsbewegung als die Schaltbewegung aus. Entweder — bei grösseren Maschinen — bewegt sich dann auf dem Bett in Prismenführungen, ähnlich wie bei der Tischführung, der ständerartige Supportträger, wobei der Support durch Knaggen etc. die ruckweise Nachstellung empfängt, oder es wird — wie bei kleinen Maschinen — der Support mit einer doppelten Prismenführung ausgestattet, wovon die eine für die Hauptbewegung, und die zweite rechtwinklig dazu für die Schaltbewegung bestimmt ist.

Bei diesen kleinen Hobelmaschinen, — welche zum Unterschiede von den grossen (ganz uneigentlich Feilmaschinen) oder Shapingmaschinen (Machine à limer, Limeuse, *Shaping machine*, *Shaving machine*, *Filing machine*) genannt werden — vertheilen sich sehr oft die Bewegungen derart, dass das Arbeitsstück die Schaltbewegung und der Meissel die Hauptbewegung erhält. Mitunter wird die Schaltbewegung eine drehende, wodurch es möglich wird, Zylinderflächen zu hobeln (Rundhobelmaschine). Das Arbeitsstück steckt dann entweder auf einem Dorn, der durch Schaltwerk, Schnecke und Schraubenrad ruckweise gedreht wird, oder auf einer horizontalen Scheibe, welche von ähnlichen Mechanismen die Drehung um eine vertikale Achse empfängt. Letztere Anordnung wird in der Regel auch bei denjenigen Hobelmaschinen getroffen, die den Meissel vertikal auf- und niederführen (Vertikalhobelmaschinen).

Die vorstehend angegebenen allgemeinen Anordnungen der Metallhobelmaschinen mögen in Folgendem durch einige Beispiele näher erläutert werden.

In Figur 276 und 277, s. f. S., ist eine Hobelmaschine in zwei Ansichten und einem Durchschnitt durch den Sticheläger bei S dargestellt, bei welcher das Arbeitsstück die Hauptbewegung, das Werkzeug die Schaltbewegung ausführt. Der Tisch A gleitet mit Prismenführungen auf dem Gestell oder Bett B. An der Unterseite des Tisches sitzt bei C eine Zahnstange, in welche das Trieb a eingreift, das durch Räderübersetzung von den Riemscheiben 1 und 3 (2 ist eine Leerscheibe) die Bewegung

erhält und zwar von der Riemscheibe 1 für die Arbeitsbewegung, von 3 für den Rückgang mit grösserer Geschwindigkeit. Zu dem Zwecke sitzt 1 auf der Welle b fest, während 3 mit dem Zahnrad m ein Stück bildet und sich um die Welle b dreht. Beim Arbeitsgange erfolgt nun die Bewegung von der Riemscheibe 1 durch das Trieb n auf ein besonderes Zahnrad und von diesem durch ein Transporteurrad auf das Triebrad a, so dass eine zweifache Uebersetzung vorhanden ist. Beim Rückgange dahingegen geschieht Uebertragung von 3 und m auf i und von hier direkt

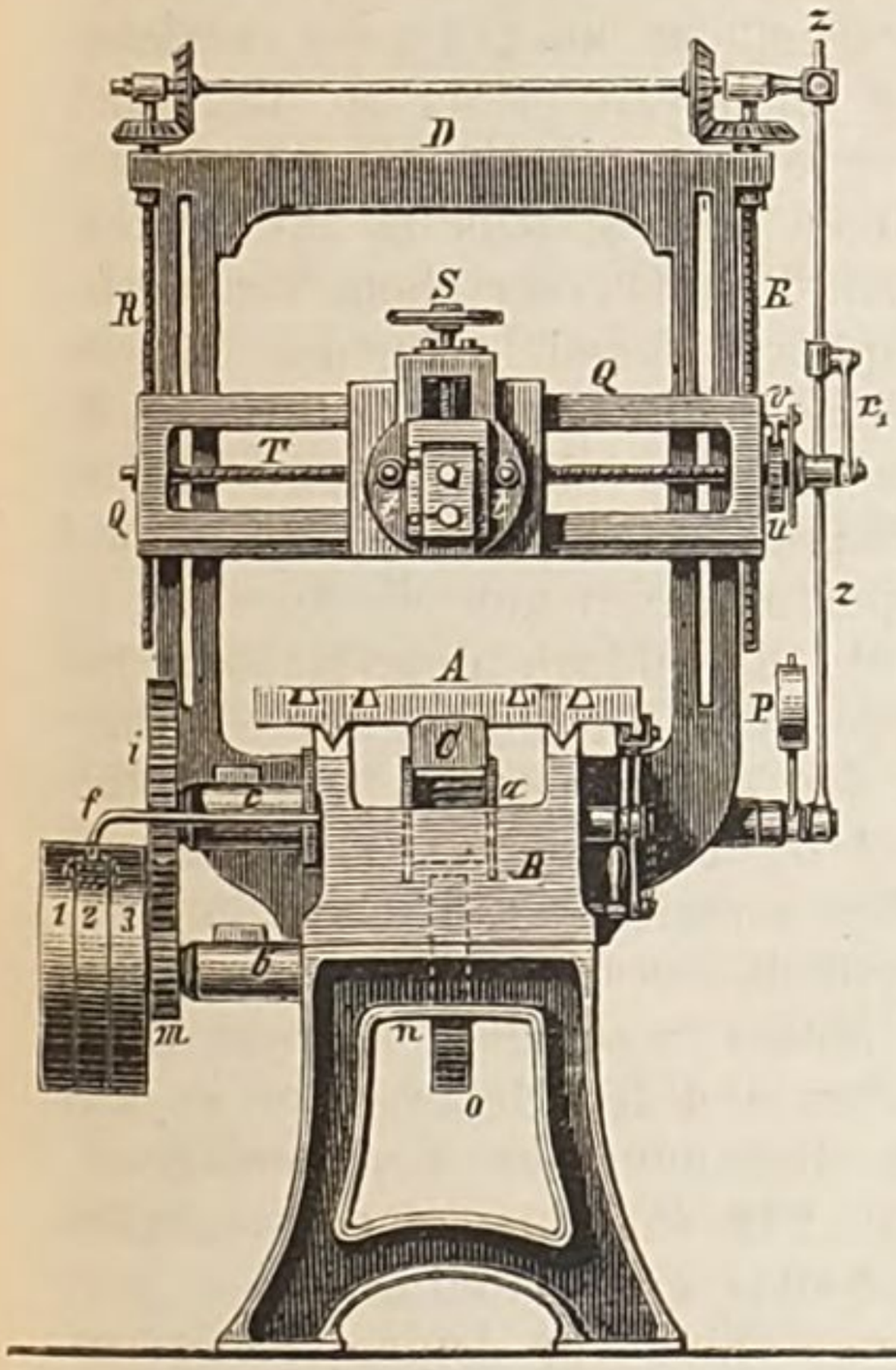


Fig. 276.

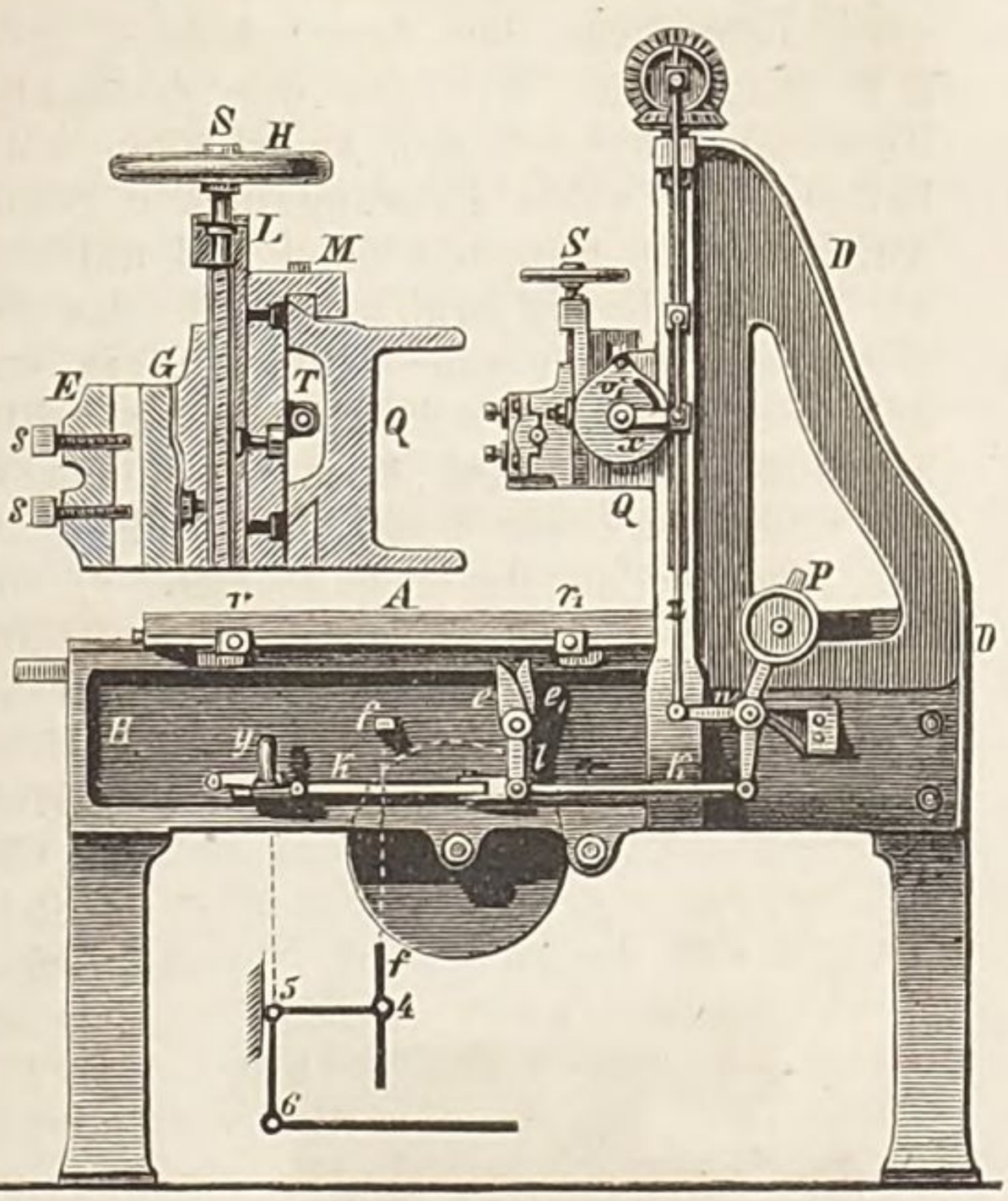


Fig. 277.

durch die Welle c auf a, also ohne ein Transporteurrad, so dass nicht nur die Umkehrung der Bewegung, sondern auch die grössere Geschwindigkeit erreicht ist.

Die Bewegung des Riemens von 1 auf 3 und umgekehrt über 2, erfolgt am Ende eines jeden Hubes, durch eine entsprechende Verschiebung des Riemenführers f, welcher deshalb mit einer horizontalen Stange verbunden ist, die durch einen Winkelhebel 4, 5, 6 bewegt wird, welcher die Drehung durch eine seitwärts neben dem Tisch herlaufende Stange k, die bei 6 diesen Winkelhebel angreift, nach jedem Hube erhält. Die Stange k sitzt nämlich an dem Steuerhebel l, der oben eine Gabel e e trägt. Gegen diese Gabel wirken zwei an der Seite des Tisches sitzende Knaggen r und r_1 und zwar r auf e_1 und r_1 auf e kurz vor Beendigung des Hubes so ein, dass der Hebel l, und in Folge dessen die Stange k hin- und hergeschoben wird, was eine Verschiebung des Riemens durch den Winkelhebel 6, 5, 4, der bei 4 mit dem Riemenführer f verbunden ist, veranlasst. Durch Verstellung der beiden Knaggen r und r_1 in einer Nuth am Tische A ist die Umsteuerung für jede Arbeitslänge möglich. Durch den Handgriff y lässt sich ferner ebenfalls, sowohl die Umstellung als die Stillstellung veranlassen, da letztere bei der mittleren Stellung des Handgriffs eintritt, weil dann der Riemen auf der Losscheibe 2 liegt.

Der Meissel befindet sich senkrecht über dem Arbeitsstück in dem Support S — (in einer besonderen Figur noch in Durchschnitt gezeichnet) — festgehalten durch die beiden Schrauben s s in der Klappe E, die um einen horizontalen, in der Mitte liegenden Zapfen kippt. Die Klappe E hängt vermittelst des Vertikalschlittens G an einer Schraube S mit dem Handrade H, wodurch dem Meissel die feine Einstellung ertheilt wird. Der Schlitten G liegt sodann in Nuthen eines Stückes L, das zur Schrägstellung des Meissels um einen Zapfen drehbar und mit den Schrauben t t, Fig. 276, feststellbar auf dem Hauptschlitten M sitzt. Dieser Hauptschlitten wird sodann von dem Querbalken Q getragen, der an den zwei Schrauben R R hängt, die, wie aus der Zeichnung leicht zu erkennen ist, durch Kegelräder bewegt, den Querbalken höher und tiefer stellen. Der Querbalken, der seine Führung in den Schlitzen des Gestells D hat, ist zur Aufnahme des Supports oben und unten mit Prismen versehen, um welche, wie die Zeichnung ergiebt, Theile des Supports fassen. In der Längenrichtung bildet er einen Rahmen, in welchem die Schraube T liegt, die dem Support die Schaltbewegung mittheilt. Zu dem Zwecke hat die Schraube T in einem Ansatz an dem Supportstück M eine Mutter und am Ende bei U ein Sperrad. In dieses Sperrad greift nun ein Sperrkegel v ein, welcher an der Schaltscheibe v_1 sitzt, die durch den Hebel x und das Zugstängelchen x_1 von der Schaltstange z die Ruckbewegung empfängt, welche letztere der Schaltstange z durch den Winkelhebel w von derselben Stange k ertheilt wird, welche den Hebel 6, 5, 4 bewegt, so dass die Schaltbewegung stets am Ende des Hubes eintritt. Ein Gewicht P, an dem Kipphebel w, dient dazu, den Steuerhebel l immer in seinen äussersten Lagen zu erhalten und den Uebergang von einer Lage in die andere zu beschleunigen.

Fig. 278.

Fig. 278 führt in einem vertikalen Durchschnitt eine Feilmaschine oder Shapingmaschine vor Augen, welche mit selbstthätig verstellbarem Support ausgestattet ist, der sowohl die Arbeits- als die Schaltbewegung macht.

An der Vorderwand des zur Aufbewahrung von Werkzeug etc. kastenförmig hohl angeordneten Gestells G befindet sich zunächst, in Prismen geführt, der Aufspanntisch A zur Aufnahme des Arbeitsstücks, durch die Schraube a und Handrad h, der Höhe des Arbeitsstückes entsprechend, auf- und niederschiebbar. — Desgleichen ist zum Rundhobeln der leicht vorzusteckende Dorn c d über dem Tisch vorhanden. — Bei S ist der Support sichtbar, der mit Klappe und kippbarem Vertikalschieber ausgestattet, wie bereits oben durch Fig. 276 und 277 detaillirt beschrieben ist. Dieser Support sitzt an der Vorderfläche des Schiebers e, welcher durch die Zugstange z und Zapfen n mit der Schlitzkurbel o so in Verbindung gebracht ist, dass bei der Drehung dieser Kurbel die Arbeitsbewegung erfolgt, deren Grösse durch Verstellung des Zapfens n in dem Schlitz regulirt wird. — Der Antrieb erfolgt durch Riemenstufenscheiben s, welche mit dem Trieb t auf einer Welle sitzen und durch dieses und das Zahnrad t_1 die Kurbel drehen.

Der Schieber e gleitet nun auf einem Schlitten i, der auf dem Bett p in Prismen geführt und durch eine Schraube u ruckweise fortgeschoben wird, also die Schaltbewegung erhält; und zwar durch Hebel, Schaltkegel und Schaltrad, welche ihre Bewegung von einer Schlitzkurbel empfangen, die von dem Triebrad t in Bewegung gesetzt wird.

Soll rund gehobelt werden, so ist die eben angegebene Schaltbewegung aufzuheben und auf die Schnecke x zu übertragen, welche dann vermittelst eines Schraubenrades den Dorn c d ruckweise in Drehbewegung versetzt.

Weil das Werkzeug oder der Schlitten i die Schaltbewegung ausführt, so muss der Mechanismus für die Arbeitsbewegung mitgehen, was einfach dadurch bewirkt wird, dass das Trieb t durch einen Arm mit dem Schlitten verbunden und auf der Antriebwelle in einer Nuth verschoben wird.

Die Geschwindigkeiten der bewegenden Theile der Hobelmaschine richten sich nicht nur nach dem Arbeitsmaterial, sondern auch nach der Grösse der Maschine, insofern als die Shapingmaschinen eine grössere Arbeitsgeschwindigkeit erhalten können als die grossen Hobelmaschinen. Die Hobelmaschinen (mit denen fast nur Guss- und Schmiedeisen gehobelt wird) erhalten durchschnittlich eine Hauptgeschwindigkeit von 80 bis 100 mm. pro Sekunde (80 bis 90 für grosse, 90 bis 100 für kleine Maschinen) für den Arbeitsgang, und eine 2 bis 3 mal grössere für den Leergang, und eine Schaltgeschwindigkeit von 0,25 bis 2,5 mm. (0,5 bis 2,5 bei grossen, und 0,25 bis 1,25 bei kleinen Maschinen).

Für die Shapingmaschinen sind die Geschwindigkeiten mit Rücksicht auf das Arbeitsmaterial in folgender Tabelle zusammengestellt.

	Hauptgeschwindigkeit.	Schaltgeschwindigkeit.
Kleine Shapingmaschinen:		
für Schmiedeisen . .	150 bis 170 mm.	0,25 bis 1 mm.
für Gusseisen . . .	130 « 150 «	0,25 « 1 «
für Stahl	80 « 100 «	0,25 « 1 «
für Messing und Bronze .	180 « 220 «	0,25 « 1 «
Grosse Shapingmaschinen:		
für Schmiedeisen . .	130 bis 150 mm.	0,3 bis 1,5 mm.
für Gusseisen . . .	110 « 130 «	0,3 « 1,5 «
für Stahl	70 « 90 «	0,3 « 1,5 «
für Messing und Bronze .	160 « 200 «	0,3 « 1,5 «

Der Rückgang dieser Maschinen geschieht in der Regel mit der $1^1/_3$ bis $1^1/_2$ fachen Geschwindigkeit.

Die Leistungsfähigkeit, also auch der Arbeitsverbrauch der Hobelmaschinen ist nach Hartig's Vorgang bestimmbar durch das Gewicht der in einer gewissen Zeit abgefallenen Späne, indem die Nutzarbeit diesem Gewicht proportional ist. Bezeichnet man nun die Gesammtarbeit mit N, die Leergangsarbeit mit N_1 und die Nutzarbeit mit N_2, so ist allgemein

$$N = N_1 + N_2$$

oder weil a . a . 0

$$N_2 = a\,G$$

ist, wenn a die Nutzarbeit für 1 kg. stündlich abgehobeltes Metall in Pferdestärken und G das pro Stunde abgehobelte Metall in Kilogrammen bedeutet, so ist die Gesammtarbeit

$$N = N_1 + a\,G.$$

Die Arbeitseinheit a kann dann annähernd und bei mittlerer Spandicke im Durchschnitt für Stahl = 0,246, für Schmiedeisen = 0,114, für Gusseisen = 0,113 und für Bronze = 0,028 Pferdestärke angenommen werden,

1. **Holzhobelmaschine** [1]). Die an dieser Stelle in Betracht kommende Hobelmaschine ist aus dem Bestreben hervorgegangen, die Handarbeit nachzuahmen, und besitzt demnach ein wirkliches Hobeleisen oder Hobelmesser, welches durch eine machinale Vorrichtung zur Wirkung gebracht wird.

Entweder wird dann der Hobel in hin- und hergehender Bewegung über das Arbeitsstück hinweggeführt, oder das letztere gegen den stillstehenden Hobel bewegt.

Bei der ersten Art der Wirkung befindet sich der Hobel auf einem Schlitten oder Wagen, der durch Kurbel und Lenkstange die alternirende Bewegung erhält, und wobei die Hobelsohle nach unten, nach oben oder seitwärts gekehrt stehen kann. Mitunter wird auch der Hobel senkrecht, wie eine Art Guillotine geführt.

Im zweiten Falle wird das Holz auf einen Wagen gelegt und dieser gegen das Hobelmesser geschoben, welches ebenfalls über, unter oder neben dem Holzstück sich befinden kann.

Auch sind beide Fälle in der Art kombinirt, dass das Arbeitsstück unter oder über dem schnell hin- und hergehenden Hobel herbewegt wird.

Besonders in Anwendung ist das System dieser Hobelmaschinen zur Erzeugung dünner Furnürblätter [2]), Schindeln und anderer Arten von Holzblättern. — Sodann dienen sie mit eingesetzten Zündhölzchenhobeleisen zur Anfertigung von Holzdraht zu Zündhölzchen, Jalousienstäbchen, Holzgeweben etc. [3]), namentlich auch zur Anfertigung gekehlter Leisten zu Goldleisten, Bilderrahmen, Thüreinfassungen u. s. w. — Man kann auf solche Weise ohne Holzverlust Furnüre von sehr geringer Dicke (bis $^1/_5$ mm.) und bis 3 m. Länge herstellen. — Ferner sind sie zum letzten Glätten von Parquetstücken in hohem Grade geeignet. In diesem Falle werden wohl die Parquets an einer vertikalen, auf einer sich drehenden Achse sitzenden Scheibe befestigt und so durch diese gedreht und an einem feststehenden Schlichthobel vorbeigeführt.

2. **Bestossmaschinen.** Die bei der Metallverarbeitung häufig vorkommende Anfertigung von Nuthen in Höhlungen, z. B. Keilnuthen in Radnaben, hat wohl zuerst Veranlassung zur Konstruktion der Bestossmaschinen (Stossmaschinen, Nuthstossmaschinen, Machine à burin er, M. à mortaiser, Mortai seuse, *Key grooving engine, Grooving engine, Paring engine, Slotting machine* [4]) gegeben, während dann bald ihre Bequemlichkeit zum Abarbeiten vertikaler Flächen an Arbeitsstücken aller Art den Kreis für die Verwendung dieser Maschine dermassen erweiterte, dass sie jetzt ebenfalls zu den unentbehrlichsten in der mechanischen Werkstatt gehört.

Das Wesen der Bestossmaschine besteht in einem vertikal geführten Meissel, der parallel zur Arbeitsfläche steht und beim Niedergange einen

---

1) Exner, Ausstellungsber., S. 19. — Richard, Wood-working machines, S. 264. — Armengaud, Bd. XIV. S. 329. — Kronauer, Zeichn., Bd. IV. Taf. 9 u. 10. — Polyt. Centr., 1856. S. 465. — Dingler's Journ., Bd. 118. S. 261. 2) Kronauer, Zeichn., Bd. IV. Taf. 9 u. 10. — Armengaud, Bd. XIV. S. 329. — Dingler's Journ., Bd. 192. S. 22. — Polyt. Centr., 1869. S. 1490. — Arbey, Scierie etc. Taf. 5, 6, 7. 3) Dingler's Journ., Bd. 78. S. 84. 4) Hart, Werkzeugmasch. S. 280. — Technol. Encyklop., Bd. 23. S 473. — Kronauer, Zeichn., Bd. I. Taf. 1—3, 36—39, 47 u. 48. — Hütte, 1862. Taf. 21; 1864. Taf. 18; 1871. Taf. 10. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1857. S. 276; 1870. S. 528. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 10. S. 157; Bd. 12. Taf. 21; Bd. 14. Taf. 10; Bd. 19. Taf. 00. — Prakt. Masch. Constr., 1869. S. 340. — Jobard, Bull., Bd. VI. S. 44; Bd. XXX. S. 10. — Polyt. Centr., 1853. S. 1167; 1854. S. 773; 1865. S. 39; 1867. S. 438; 1874. S. 674. — Dingler's Journ., Bd. 128. S. 16 u. 40; Bd. 132. S. 3; Bd. 185. S. 23; Bd. 214. S. 104.

Span abstösst, beim Aufgange aber leer geht. Die Wirkung des Meissels ist dieselbe wie bei der Hobelmaschine; deshalb wird die Bestossmaschine auch Vertikalhobelmaschine (Raboteuse verticale) genannt. Während der Meissel stets die Arbeitsbewegung ausführt, erhält gewöhnlich das Werkstück die Schaltbewegung, die entweder geradlinig oder drehend ist. Der Tisch zur Aufnahme des Arbeitsstückes kann daher gewöhnlich eine drehende und zwei aufeinander rechtwinklig stehende Horizontalbewegungen machen, die zunächst zur richtigen Lage des Arbeitsstückes und dann zum Vorschub angewendet werden. Mitunter lässt sich derselbe für Aufnahme schräger Arbeitsstücke auch kippen.

Der Meissel sitzt in einem Werkzeugträger (Stössel) mit vertikaler Prismenführung an einem Ständer des Gestells über der Mitte des Tisches. Der Werkzeugträger empfängt die Bewegung gewöhnlich durch eine Schlitzkurbel mit Zugstange (oft in der Weise, dass der Aufgang schneller vor sich geht), mit einem Riemenvorgelege. — Selten wird die Schraube als Bewegungsmittel verwendet.

Die Schaltbewegung, welche rasch ausgeführt werden muss, erfolgt in der Regel durch unrunde Scheiben oder Nuthen, welche ein Hebelsystem ruckweise in Thätigkeit setzen, das die Bewegung auf das entsprechende Schaltrad und durch dieses auf die Leitschrauben überträgt.

Zur näheren Erläuterung mag die in Fig. 279 und 280 in einer Seiten- und Vorderansicht gezeichnete Bestossmaschine dienen. Bei dieser Maschine wird der Meissel durch ein paar Hülsen und Schrauben mit dem

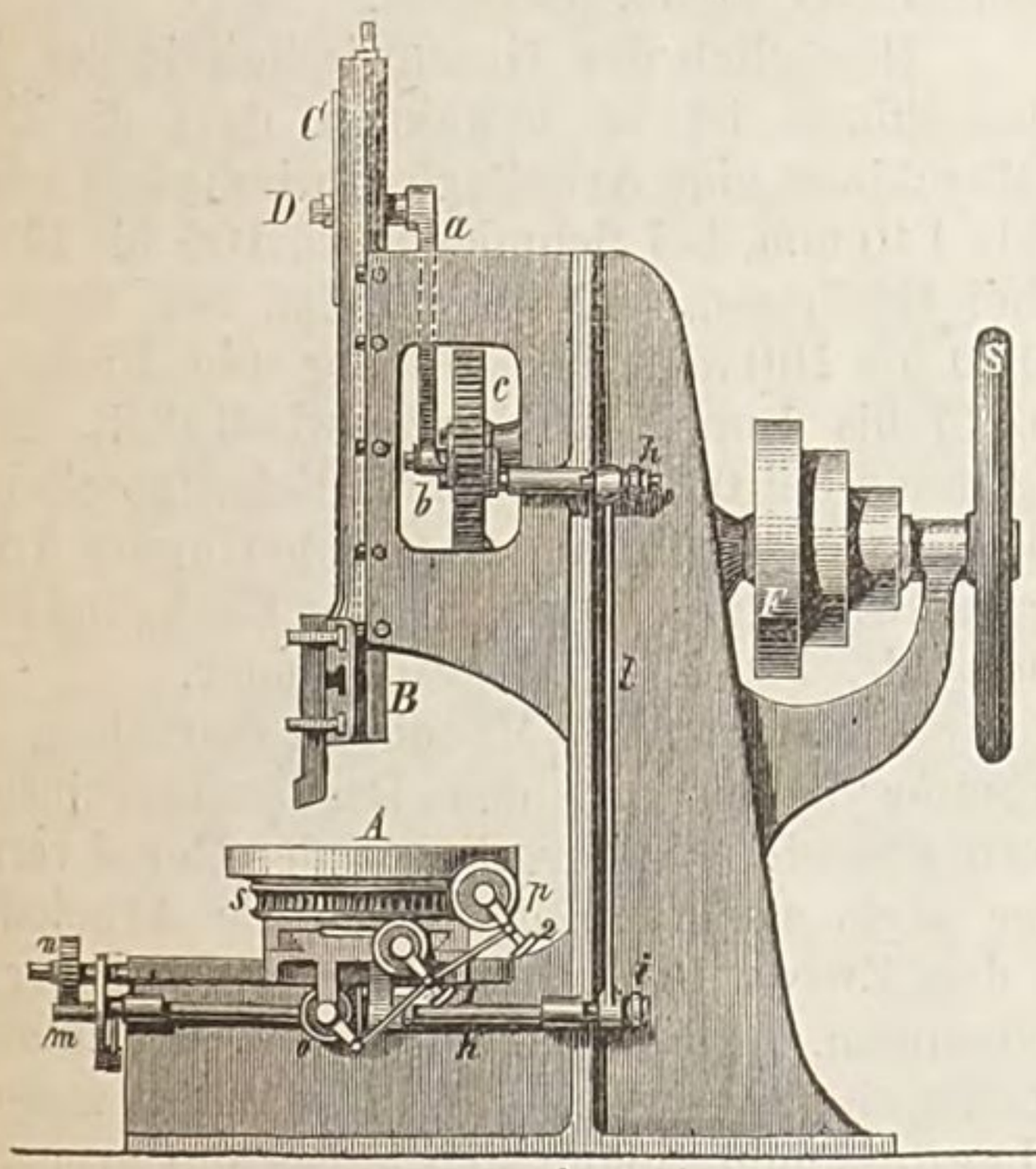


Fig. 279.

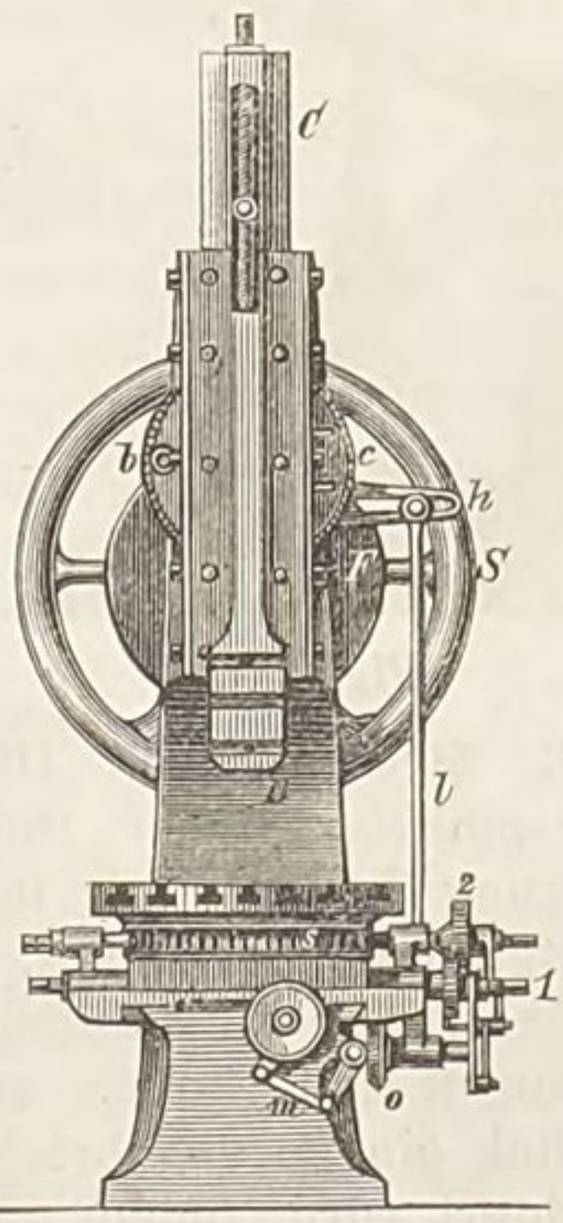


Fig. 280.

Werkzeughalter B, der den unteren Theil des Prisma B C (Stössel) ausmacht, verbunden. In diesem Prisma hängt eine Schraube, welche bei D den Zapfen der Zugstange a b aufnimmt, die am Ende b mit einer Schlitzkurbel verbunden ist, welche mit dem Zahnrad c ein Stück bildet. Das Zahnrad c endlich wird vermittelst eines Triebes in Drehung versetzt, das auf der Antriebwelle sitzt, welche durch die Stufenscheiben F den Umtrieb erhält, wobei das Schwungrad S die bekannte Funktion ausübt.

Von der Welle des Zahnrads c gehen auch die drei Schaltbewegungen aus. Eine unrunde Scheibe neben dem Zahnrad c setzt einen horizontalen Hebel h in plötzliche Schwingung. Diese Schwingung pflanzt sich durch die Stange l und einen Hebel bei i auf die Stange k fort. Von hier aus erfolgt zunächst durch den, am Ende dieser Stange sitzenden Hebel m mit Hilfe von Schalthaken und Schaltrad n die Bewegung der Schraube, welche den Tisch A dem Gestell nähert. Sodann wird durch ein Kegelrad auf der Stange k das Kegelrad o und dadurch eine Stange o p gerückt, welche die Schalthaken 1 und 2 trägt. Der Schalthaken 1 dient zur Drehung der Leitspindel, welche den Tisch geradlinig vor dem Gestell herschiebt; der Schalthaken 2 aber zur Drehung einer Schnecke, welche in das Schraubenrad s eingreift, das an dem Tisch A sitzt und letzterem daher eine ruckweise Drehbewegung ertheilt.

Auch in der Holzverarbeitung kommen mitunter Bestossmaschinen für bestimmte Zwecke vor. So z. B., um zur Bereitung der Holzzellulose in der Papierfabrikation sehr dünne Scheibchen rechtwinklig oder schiefwinklig gegen die Fasern abzustossen; ferner zum Bestossen der Hirnenden z. B. auf Gehrung, d. h. unter 45° u. s. w. Die Idee, welche diesen Maschinen zu Grunde liegt, ist aus nebenstehender Fig. 281 zu erkennen, welche eine Gehrungsschneidmaschine [*Mitreing machine* [1])] einfachster Konstruktion zeigt. Das scharf geschliffene Messer B gleitet an der vorderen Seite des Rahmens A, gehörig in Führungen gelegt, unter einem Winkel von 45° gegen das Arbeitsstück H, und wird vermittelst eines Hebels C und Verbindungsstückes D niedergestossen.

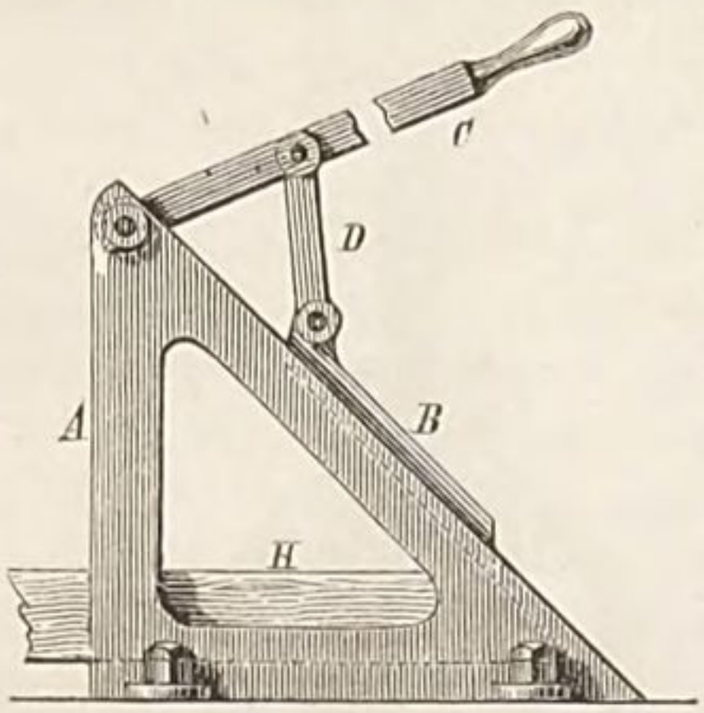


Fig. 281.

Bezüglich der Geschwindigkeit der Stossmaschinen ist zu erwähnen, dass die kleinen Maschinen eine Arbeitsgeschwindigkeit von 120 bis 140 mm. bei Schmiedeisen, 100 bis 120 mm. bei Gusseisen, 80 bis 90 mm. bei Stahl und 140 bis 160 mm. bei Messing und Bronze, mit 0,25 bis 1 mm. Schaltgeschwindigkeit, und die grossen bei 0,3 bis 1,5 mm. Schaltgeschwindigkeit durchgängig um 10 mm. geringere Arbeitsgeschwindigkeit besitzen. Der Rückgang erfolgt um $1^1/_3$ bis $1^1/_2$ mal geschwinder.

3. **Stemmaschine.** Die Stemmaschinen [Machine à mortaiser, *Mortising machine* [2])] der Holzarbeiter haben mit den Bestossmaschinen die Bewegung des Meissels insofern überein, als derselbe in der Regel vertikal, mitunter auch horizontal, aber stets rechtwinklig gegen die Arbeitsfläche vordringt, weil sie besonders den Zweck haben, Schlitze und Löcher auszustemmen und Zapfen anzustemmen. Dabei arbeitet die Maschine gewöhnlich ein vorgebohrtes Loch weiter aus, weil dann die Arbeit wesentlich erleichtert wird, indem die abgestossenen Späne sich besser entfernen. Um die Ecken der viereckigen Löcher scharf rechtwinklig zu erhalten, wird der Meissel oft als Viereisen, S. 236, konstruirt, und stets so eingesetzt,

1) Dingler's Journ., Bd. 200. S. 181; Bd. 215. S. 399. 2) Wertheim, Werkzeugkunde, Taf. 23. — Hart, Werkzeugmasch., S. 392. — Schmidt, Holzbearbeitungsmasch., Bd. 2. Taf. 9. — Exner, Bericht, S. 39. — Hesse, Bericht, S. 264. — Hütte, 1867. Taf. 12. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1857. S. 69 u. 70. — Kronauer, Zeichn., Bd. 3. Taf. 38. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 11. Taf. 39 u. 40; Bd. 20. Taf. 35. — Richards, Wood working machines, S. 189. — Polyt. Centr., 1852. S. 328; 1860. S. 1371; 1862. S. 1273; 1864. S. 638. — Dingler's Journ., Bd. 123. S. 81; Bd. 168. S. 254. Bd. 174. S. 250 u. 329; Bd. 207. S. 450.

dass er sich leicht um 180° drehen lässt. — Sei es nun, dass die Stemmaschine mit der Hand oder dem Fuss eines Arbeiters, oder von Elementarkraft betrieben wird, fast in allen Fällen bekommt der Meissel die Arbeitsbewegung und das Arbeitsstück die Schaltbewegung und zwar letztere ebensowohl durch die Hand als selbstthätig.

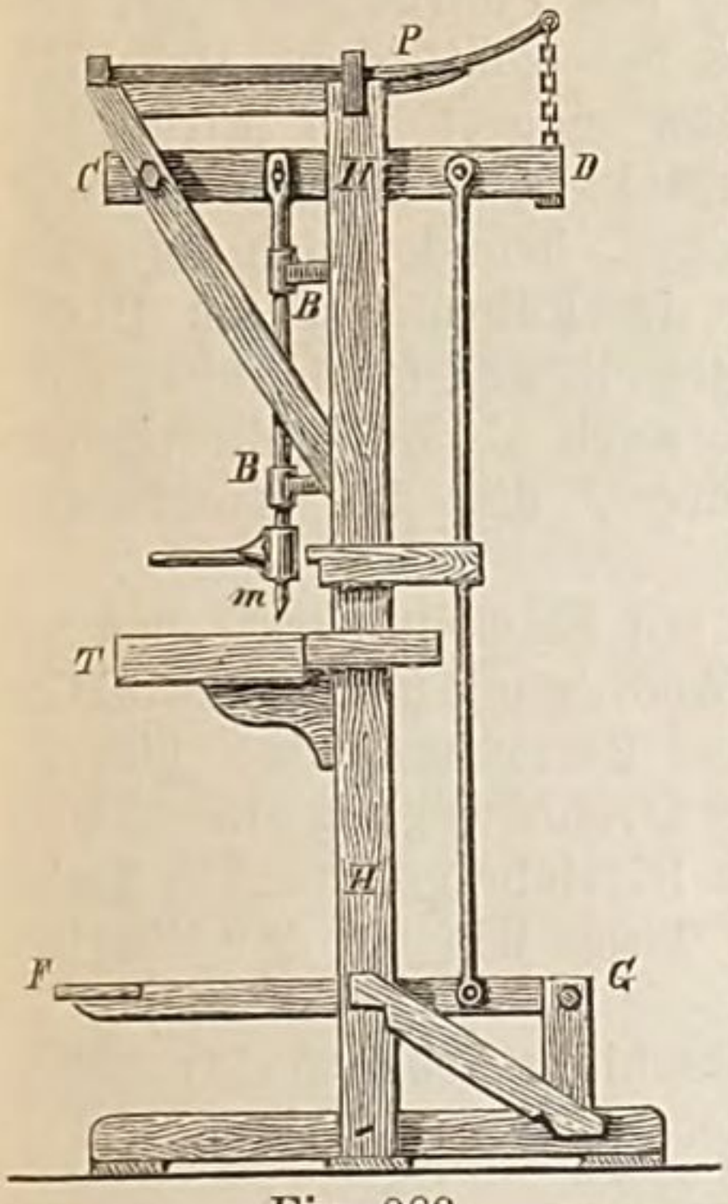


Fig. 282.

Eine sehr gebräuchliche Stemmaschine für Fussbetrieb ist in Fig. 282 dargestellt. Das Arbeitsstück erhält als Unterstützung den Tisch T, welcher zwischen zwei senkrecht stehenden Holzstücken H H auf und nieder verschiebbar und in jeder, der Grösse des Arbeitsstückes passenden Höhe feststellbar ist. Der Meissel m sitzt in einem Kopf der vertikalen, in Oesen geführten Stange B, die mit dem Querhebel C D verbunden ist, welcher durch eine Zugstange von dem Fusshebel F G vermittelst des Fusses niedergestossen wird, wodurch der Beitel m in das Holz eindringt. Zum Ausziehen des Beitels aus dem Holze dient die Blattfeder P, und zum Zurückhalten des Holzes ein verstellbares Lineal, welches mit einer vorspringenden Kante auf das Arbeitsstück geschoben wird. Der Kopf, welcher den Meissel mit der Stange B verbindet, ist durch einen Handgriff um 180° drehbar.

Die in Fig. 283 und 284 in der Seiten- und Vorderansicht gezeichnete Stemmaschine ist für den Handbetrieb eingerichtet, aber mit einem ebenfalls durch die Hand zu verstellenden Schaltmechanismus ausgestattet, um eine grössere Regelmässigkeit in der Bewegung herbeizuführen. Das Arbeitsstück A wird mittelst Klemmschraube s auf dem Tisch T befestigt, der zur Einstellung zwei Bewegungen hat: eine durch die Schraube t erzeugte gegen das Gestell G und eine zweite rechtwinklig zu der ersten, hervorgebracht durch das Handrad H, welches ein Trieb bei n dreht, das in die, an dem Tisch sitzende Zahnstange o o eingreift. Diese letzte Vorrichtung erzeugt auch die Schaltbe-

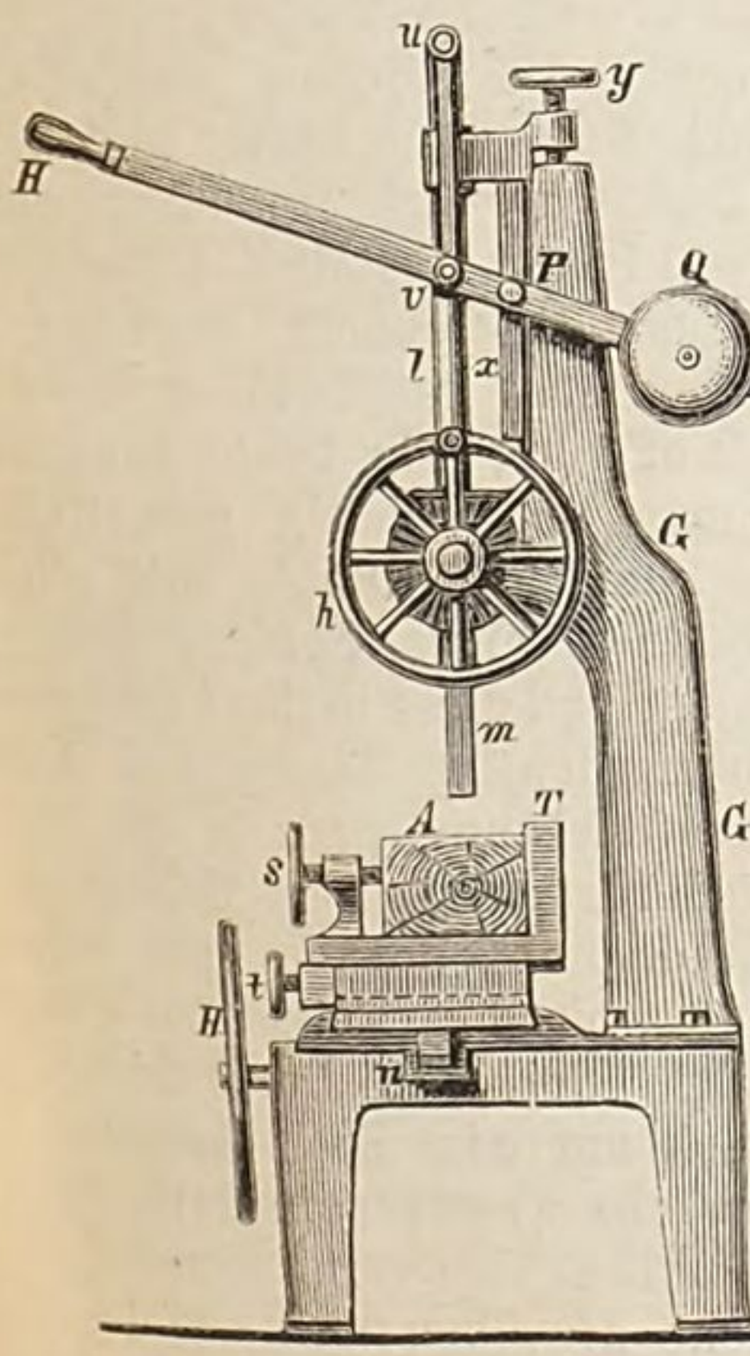


Fig. 283.

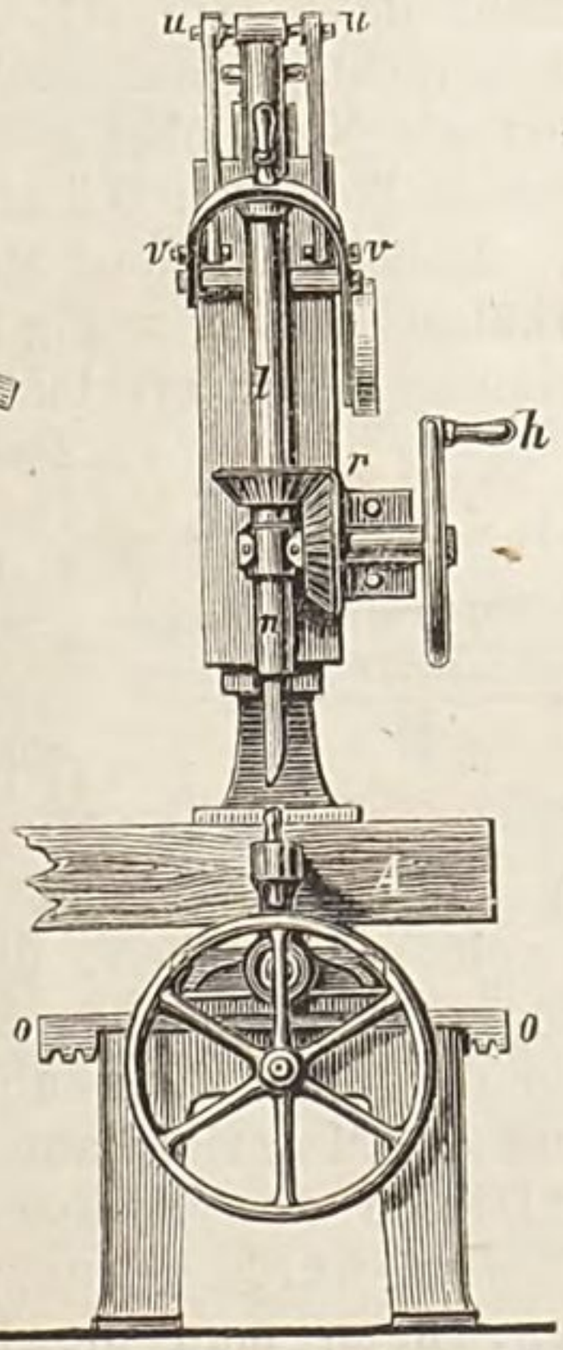


Fig. 284.

wegung. Der Meissel m befindet sich in einem Kopf n, der mit der Stange l drehbar verbunden ist, um mittelst der Kegelräder bei r und des Handrades h um 180° verstellt werden zu können. Die Führungsstange l wird bei u von zwei Zugstangen u v gefasst, welche bei v mit dem Hebel HP niedergezogen werden, wodurch also der Meissel eingestossen wird. Das Gegengewicht Q zieht den letzteren wieder zurück. Um nun den Meissel der Dicke des Arbeitsstückes anpassen zu können, befindet sich der ganze Stossmechanismus an einem Schlitten x, der in Führungen am Gestell geht und durch die Schraube y entsprechend gestellt und festgehalten wird. — Zu erwähnen ist noch, dass diese Maschine auch als Holzbohrmaschine benützt werden kann, um Löcher vorzubohren, die das Ausstemmen erleichtern.

Wird die Holzstemmaschine zum Betriebe mit Elementarkraft und mit selbstthätiger Schaltung ausgestattet, so ist ihre Anordnung und Konstruktion fast ganz mit der in Fig. 279 beschriebenen Bestossmaschine übereinstimmend, nur mit dem Unterschiede, dass eine Drehbewegung des Tisches wegfällt. — Mitunter wird auch wohl die zum Betriebe gebrauchte Kurbel über dem Meisselschlitten angebracht und der Tisch wie bei der Shapingmaschine verstellbar eingerichtet.

Mit Elementarkraft betriebene Holzstemmaschinen arbeiten durchgänglich mit 450 mm. Geschwindigkeit pro Sekunde.

F. Sägen und Sägemaschinen.

In der Metall- und Holzverarbeitung kommt öfters der Fall vor, quer über das Arbeitsstück lange, tiefe und möglichst schmale Schnitte zu machen, namentlich um durch dieselben eine Trennung zu veranlassen. Auf Metall ist der Meissel hierzu nur bis zu einer gewissen Grenze anwendbar, weil er bei sehr schmalen Rinnen eine so geringe Breite besitzen muss, dass er nicht mehr im Stande ist, ohne seitliche Verbiegung, die ihn eintreibenden Hammerschläge aufzunehmen. Desgleichen würde ein Holzmeissel, wenn selbst als Nuthhobel geführt, für sehr schmale und tiefe Schnitte, z. B. um einen Balken von 0,3 m. Dicke durchzuschneiden, wohl kaum anwendbar sein. Ebenso wird der Meissel in der Gestalt des Messers, oder des Beiles nur verhältnissmässig wenig tief mit der Schneide eindringen, und sich bald festklemmen. Man erreicht aber den in Rede stehenden Zweck offenbar sehr leicht dadurch, dass man den gehörig gestalteten Meissel m, Fig. 285 A, mit einer widerstandsfähigen Schiene S ververbindet und diese in ihrer Längenrichtung vorwärts bewegt (so dass die Kraftrichtung ganz in die Bewegungsrichtung fällt) und entsprechend niederdrückt. Der Meissel m braucht dann nur so weit vorzustehen, dass der abgehobene Span sich gut aufrollen und so lange Platz nehmen kann, bis der Meissel aus dem Material heraustritt, wo der Span dann abfällt. Bei dem Durchschieben des einen Zahnes durch das Material kann auch nur ein Span abgehoben werden, was, da die Dicke des Spanes nicht gross sein darf, die Arbeit sehr langsam fördern würde. Nun aber lässt sich verhältnissmässig viel Material abnehmen, wenn man die Dicke desselben theilt, so dass mehrere dünne Schichten entstehen, die, weil sie zusammen weniger Kraft zur Abtrennung bedürfen, als die ganze Dicke im festen Zusammenhange, in unmittelbarer Reihenfolge abgestossen werden können, was dadurch

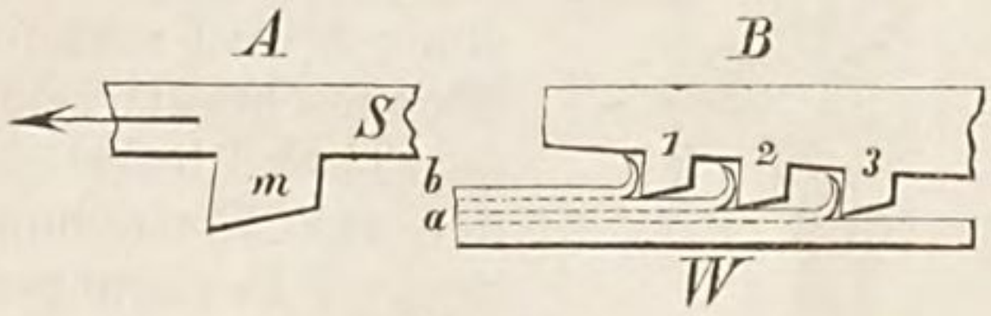


Fig. 285.

erreicht wird, dass man, statt einen Meissel durchzuschieben, mehrere unmittelbar aufeinander folgen lässt.

Fig. 285 B zeigt den eben erwähnten Vorgang; der Meissel 1 nimmt den oberen Span, der Meissel 2 den zweiten, der Meissel 3 den dritten und so fort, ab. Das Arbeitsstück W ist demnach, wenn der letzte Meissel 3 bei a herausgetreten, um die Summe der Spandicken, also um a b dünner geworden.

Diejenigen Werkzeuge, welche aus einer solchen Schiene mit einer Anzahl hinter einander gestellter Meissel bestehen, heissen Sägen [Scie, *Saw*] [1]) und bilden, namentlich bei den Holzarbeitern, wegen der fortwährenden Anwendung und der vielfach verschiedenen Formen und Grössen eines der wichtigsten Stücke ihres Arbeitsapparates. Die Schiene S wird das Sägeblatt (Blatt, Lame, *Web*, *Blade*), und die Meissel werden Sägezähne (Zähne, Dents, *Teeth*) genannt.

Da die Säge gewissermassen eine Multiplikation des Meissels ist, so muss vor Allem die Beschaffenheit dieses Meissels, des Zahnes, von Wichtigkeit sein.

An den Metallsägen ist dieser Zahn in der That ein kleiner Meissel mit geradliniger Schneide, der nach der allgemeinen Theorie der schneidenden Werkzeuge zu bilden ist. Derselbe soll daher einen Schneid- und Anstellungswinkel von erforderlicher Grösse und die für Metallbearbeitung nothwendige Härte besitzen. Da die abzunehmenden Späne nur dünn sind und wenig Raum erfordern, so können die Zähne klein sein, nahe zusammenliegen und durch Einfeilen an der Kante des Blattes hergestellt werden, weil der ausgefeilte dreieckige Raum (die Zahnlücke, Vide) gross genug als Raum für die Späne ist. Hierdurch wird die Zahl der Zähne auf die Längeneinheit gross, was für die Wirkung erwünscht sein muss. Man kann etwa 5 bis 10 Zähne auf 1 cm. Blattlänge annehmen. — Wesentlich anders ist aber der Zahn und die Zahnlücke einer Holzsäge zu konstruiren [2]), weil nicht nur das Holz ein tieferes Eintreten des Zahnes gestattet, sondern weil die ungleichartige Beschaffenheit dieses Materials, namentlich nach der Richtung, die der Schnitt zu den Fasern hat, besondere Berücksichtigung erheischt. — Zunächst muss die Zahnlücke wegen der voluminösen Späne viel grösser sein, als bei den Metallsägen. Dies fordert im Allgemeinen viel grössere Zähne, also eine kleinere Anzahl auf die Längeneinheit, demnach eine grössere Theilung; unter Theilung die Entfernung zweier Zahnspitzen verstanden.

Damit die Wände des Sägenschnittes (Chemin, Voie, Trait, *Kerf*) glatt ausfallen, dürfen Holztheile nicht herausgerissen werden: sie sind also längs dieser Wände abzuschneiden. Darum liegt hier derselbe Fall vor wie bei verschiedenen Hobeln, die mit einem Vorschneidzahn versehen sein mussten (S. 245). Weil nun aber nicht jedem Zahn ein Vorschneider vorausgehen kann, so muss der Zahn selbst zugleich als Vorschneidzahn und Meissel fungiren. Beides erreicht man, indem man, Fig. 286 A, die Meisselschneide a b gegen die Werkzeugachse x x neigt, weil dann im Punkte a sich 3 Flächen schneiden, die eine schneidige Spitze bilden. Da aber an jeder Seite der Säge solche schneidige Spitzen liegen müssen, so ist die Neigung der Schneide a b gegen die Achse abwechselnd auch in entgegengesetzter Weise d c anzubringen, so dass sämmtliche Spitzen a an einer Seite und alle Spitzen d an der anderen Seite des Blattes liegen, Fig. 286 N.

---

1) Karmarsch-Hartig, I. S. 261 u. 693. — Technol. Encyklop., XII. S. 92. — Wertheim, Werkzeugkunde, Taf. V. u. VI. 2) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1863. S. 5.

Die Neigung der Schneiden a b und c d gegen die Achse des Werkzeugs beträgt etwa 70 bis 80 Grad. Der Zuschärfungswinkel y x z, Fig. 286 B, beträgt desgleichen 40 bis 60 Grad. Je nach der Form der Zähne ist der Winkel x y u (Brustwinkel) 45 bis 120 Grad, also auch der Schneidwinkel y x v von 45 bis 120 Grad variirend.

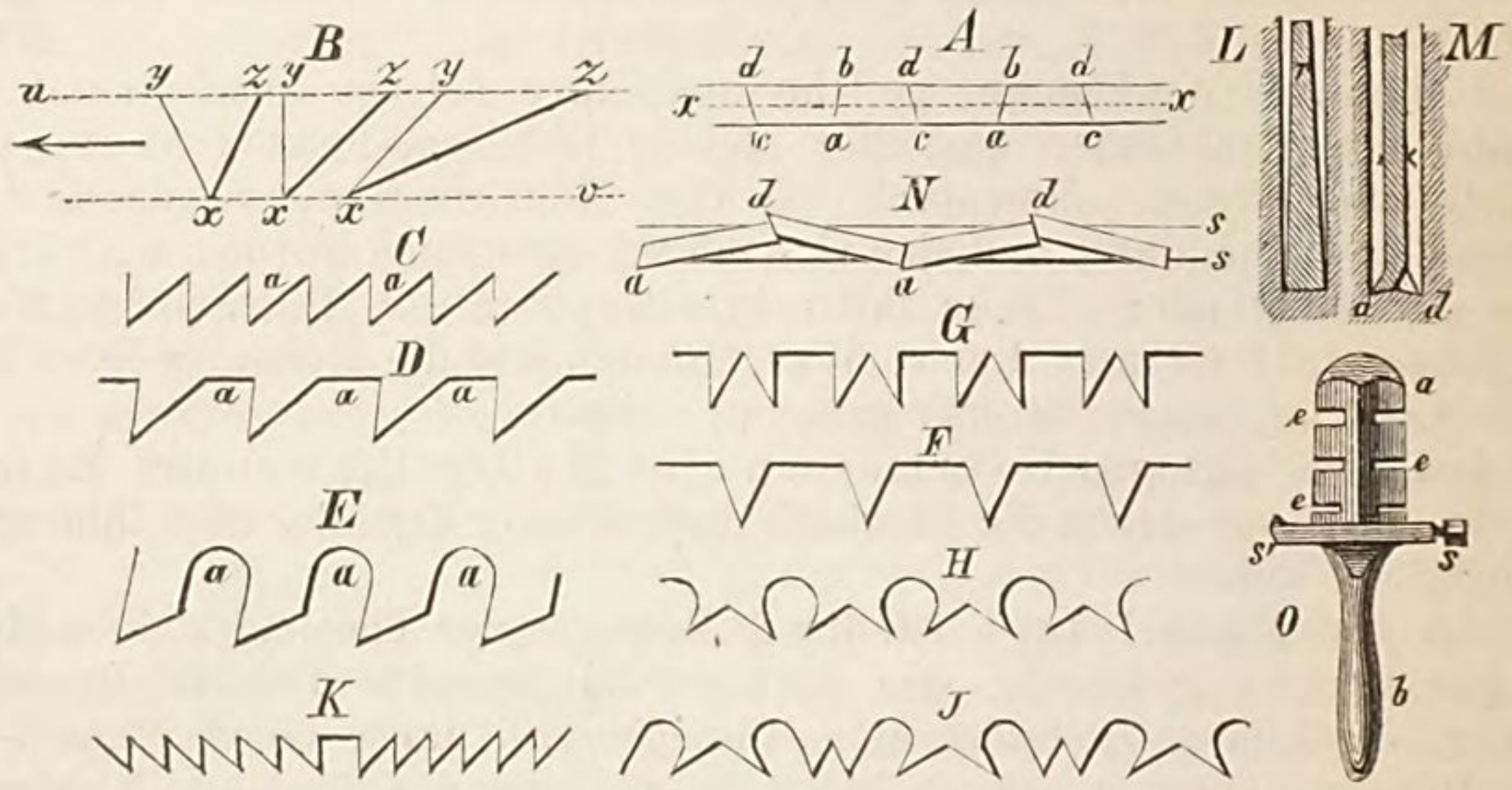


Fig. 286.

Die Grundform des Sägezahns ist immer ein Dreieck und zwar entweder ein stumpfwinkliges, ein rechtwinkliges oder ein spitzwinkliges, wenn man die Zähne durch die Linie u z (Sägenrandlinie) begrenzt.

Bezüglich des Schneidens erkennt man sofort, dass bei der durch den Pfeil anzudeutenden Bewegung das stumpfwinklige Dreieck am besten, das spitzwinklige am schlechtesten angreift und dass das rechtwinklige in der Mitte zwischen der Wirkung dieser beiden stehen muss. Man wird daher, wo thunlich, die stumpf- oder rechtwinklige Zahnform anwenden, und nur in einzelnen Fällen diejenige eines spitzwinkligen Dreieckes.

Die Quantität der Leistung einer Säge hängt, wie schon oben angedeutet, wesentlich mit von der Zahl der Zähne ab, die auf die Längeneinheit kommen, so dass man diese Zahl so gross als möglich machen soll. Damit nun aber auch der abgehobelte Span Raum hat, muss die Zahnlücke entsprechend gross genommen werden, und zwar um so grösser, je weicher das Material, je länger der Schnitt und je dicker der Span ist. Deswegen sind die Lücken für Metallsägen klein, für gewöhnliche Holzsägen schon grösser und für Holzsägen mit Elementarkraftbetrieb, also Sägemaschinen, am grössten. Um nun grössere Lücken zu bekommen als sie durch Aneinanderreihung der Zähne, Fig. 286 C, entstehen, kann man die Zähne weit auseinander setzen, also ein Stück a des Randes frei lassen, wie Fig. 286 D zeigt. Dadurch wird die Zahl der Zähne aber bedeutend vermindert. Besser ist es deshalb, die Zähne so nahe als möglich zusammen zu setzen und dann, Fig. 286 E, an den Rücken derselben so grosse Aushöhlungen a anzubringen, als die Stärke der Zähne zulässt; die so entstandenen Zähne heissen Wolfszähne (Dents de loup, *Gullet teeth*, *Briar teeth*) und finden sich in mancherlei Variationen, namentlich an grossen Sägen vor, während kleine Sägen in der Regel Zähne von der Form Fig. 286 C besitzen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die Ecke bei a stets etwas abgerundet sein muss, damit sich hierin Späne nicht festklemmen.

Sägen, welche mit Zähnen von der Form Fig. 286 C, D, E ausgestattet sind, können selbstredend nur in einer Richtung arbeiten. In manchen

Fällen ist es aber erwünscht, die Sägearbeit auf beide Bewegungen zu vertheilen. Um dies zu ermöglichen, wendet man oft die Form des spitzwinklig gleichschenkligen Dreiecks Fig. 286 F, an, mit einem Rückenwinkel von höchstens 120 Grad, (wo dann das Dreieck ein gleichseitiges wird). Weil bei diesen Zähnen aber die Schneiden nicht gehörig auf den Angriff stehen, so ist es besser je zwei Zähne abwechselnd einander gegenüber zu stellen, Fig. 286 G, so dass sie Aehnlichkeit mit dem Buchstaben M haben und desshalb auch M-Zähne, (Dents à M, *M-teeth*) oder Stockzähne genannt werden. Eine Variation dieser Stockzähne tritt ein, wenn man Wolfszähne als Grundform wählt, Fig. 286 H; und eine eigenthümliche Verzahnung entsteht durch Kombination dieser beiden in Fig. 286 I. Einige Sägen werden dadurch in beiden Richtungen schneidend gemacht, dass man, Fig. 286 K, die Zähne auf beiden Hälften entgegengesetzt stellt.

Bei sehr grossen Sägeblättern, besonders Kreissägen, werden die Zähne mitunter als besondere Theile (Meissel) eingesetzt, wodurch namentlich das Anschärfen erleichtert und ein Auswechseln schadhafter Zähne möglich wird [1]).

Das Sägeblatt wird entweder vorwärts geschoben oder gezogen. In beiden Fällen ist eine absolut gerade Führung weder mit der Hand noch mit der Maschine zu erreichen, da in letzterem Falle störende Erzitterungen der Blätter nicht abzuwenden sind. Darum würden bedeutende Klemmungen in dem Sägeschnitt und Reibungen an den Wänden stattfinden, wenn man dem Blatte nicht einen gewissen Spielraum in dem Schnitte gäbe, indem man es so konstruirt, dass der Schnitt etwas breiter ausfällt, als die Dicke des Sägeblattes beträgt, d. h., dass die zwei Zahnspitzenlinien a a und d d, Fig. 286 N, etwas weiter von einander abstehen, als die beiden Blattseiten s s. Zur Erreichung dieses Zweckes kann man zwei Wege einschlagen. Entweder macht man das Sägeblatt nach der oberen Kante r (Rücken) hin dünner, Fig. 286 L, oder man biegt die Zähne a, d abwechselnd etwas aus den Blattebenen heraus, Fig. 286 M und N. Diese letztere Methode (das Schränken oder Aussetzen, Contourner, Donner la voie, *Set* [2]) setzt voraus, dass die Zähne eine zum Biegen geeignete Länge und Härte besitzen; sie bildet daher bei Holzsägen mit ihren langen, oft nur mit Federhärte versehenen Zähnen die Regel, während die erste Methode bei Metallsägen stets, bei Holzsägen in einigen Fällen Anwendung findet.

Das Schränken der Sägen wird mit Hilfe eines Schränkeisens (Fer à contourner, Tourne à gauche, *Saw-Set*) ausgeführt, welches in der einfachsten Form aus einer dickeren Stahlschiene a, Fig. 286 O, mit einem Handgriff b besteht, die an der Seite für verschiedene Blattdicken Einschnitte e besitzt. Mit einem passenden Einschnitt wird der Zahn gefasst und durch Kippen des Werkzeugs herausgebogen. Das Mass des Ausbiegens je zweier Zähne (der Schrank, *Set*) richtet sich insofern nach der Blattdicke, als es niemals die doppelte Blattdicke erreichen darf, weil dann in der Mitte des Schnittes ein Holzstreifen nicht mehr von den Schneiden der Zähne abgehoben werden kann. Daher muss entweder während des Schränkens oder nachher eine Regulirung des Schrankes stattfinden, damit alle Zahnspitzen nicht nur in eine Linie zu liegen kommen, sondern damit auch diese Linien nicht zu weit von der Mittellinie entfernt sind. Um diese Regelmässigkeit während des Schränkens hervorzubringen, giebt man dem Schränkeisen einen verschiebbaren Anschlag s, dessen Spitze s_1 gegen

1) Prakt. Masch.-Constr., 1874. S. 343. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1867. S. 343 u. 403; 1873. S. 484; 1875. S. 254. — Dingler's Journ., Bd. 217. S. 170. — Polyt. Centr., 1873. S. 1468; 1874. S. 761; 1875. S. 869. 2) Polyt. Centr., 1871. S. 66.

das Sägeblatt stösst. — Geschränkte Sägen kann man am einfachsten auf den passenden Schrank bringen, wenn man sie durch ein Paar Stahlbacken zieht, welche in einer entsprechenden Entfernung von einander feststehen (weshalb der Schraubstock hierzu besonders brauchbar ist, wenn man nur ein Paar glatte Backen einlegt). — Von der grossen Anzahl Werkzeuge und Vorrichtungen zum Schränken [Zangen, Stempelartige, mit Druckschrauben oder Hebeln ausgestattete etc.] [1]) sind wenige in Gebrauch gekommen.

Das Sägeblatt, welches zwar in sehr verschiedenen Dicken, Breiten und Längen vorkommt, ist im Allgemeinen zu dünn und biegsam, um ohne Weiteres gebraucht werden zu können. In einzelnen Fällen giebt eine grosse Breite oder Dicke die gehörige Steifigkeit. In der Regel werden die Sägen jedoch gespannt, d. h. mit den Enden in einem rahmenartigen Gestell (Sägengestell, Sägebogen, Monture, Châssis, *Frame*) befestigt, das ein Steifziehen durch besonders vorhandene Einrichtungen gestattet. Danach kann man die Sägen eintheilen in solche ohne Spannung und in solche mit Spannung (Spannsägen, Scie montée, *Span-saw*, *Frame-saw*).

a) Sägen ohne Spannung. Die kleinen mit einer Hand zu führenden Sägen dieser Art stecken entweder mit einer spitzen Angel in einem Heft, oder sie sind mittelst Schrauben oder Nieten an einem, für das Anfassen bequem gearbeiteten Handgriff befestigt. Die grossen (zweimännigen) Sägen erhalten an jedem Ende einen Handgriff zum Fassen mit zwei Händen, der gewöhnlich durch Oesen gesteckt wird, die an dem Sägeblatt sitzen. Manche Sägen dieser Gattung bekommen noch eine Versteifung am Rücken durch ein Paar aufgenietete Schienen, oder durch einen ∩ förmig gebogenen Metallstreifen (Rücken).

Die wichtigsten Sägen ohne Spannung sind folgende:

1. **Schrotsäge** (Brettsäge, Dielensäge, Spaltsäge, Scie du scieur de long, S. de long, Passe partout, *Long saw*, *Pit saw*, *Whip saw*), Fig. 287.

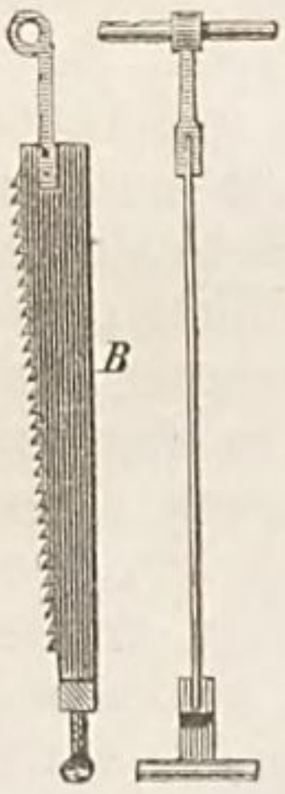


Fig. 287.

Diese Säge dient zum Zerschneiden des Holzes zu Brettern, Latten etc. und wird in vertikaler Richtung von zwei Arbeitern so in Bewegung gesetzt, dass der Schnitt beim Niedergange erfolgt. Die Zähne sind dreieckige- oder Wolfszähne und so angeordnet, dass ihre Spitzenlinie etwas gegen die Vertikale geneigt ist, was dadurch erreicht wird, dass das Blatt B sich nach unten etwas verjüngt. Die Anbringung der Handgriffe ist aus der Zeichnung zu erkennen [2]). Es sind dabei die Abmessungen

an deutschen Sägen:				an englischen:			
L_1 =	1,60 —	1,75	m.	L_1 =	1,22 —	2,44	m.
b_1 =	160 —	175	mm.	b_1 =	180 —	300	mm.
b_2 =	100 —	120	«	b_2 =	80 —	120	«
d =	2 —	2,4	«	d =	1,5 —	2,6	«
t =	25 —	35	«	t =	15 —	25	«

2. **Quersäge** (Passe-partout, *Cross cut saw*), Fig. 288 (s. f. S.). Wird horizontal geführt zum Querabschneiden der Hölzer, weshalb die Hefte a a

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1851. S. 277; 1852. S. 218. — Polyt. Centr., 1851. S. 852; 1853. S. 1296; 1858. S. 900; 1864. S. 158; 1865. S. 381; 1866. S. 988. — Dingler's Journ., Bd. 178. S. 335; Bd. 182. S. 8; Bd. 217. S. 274 u. 275. 2) Bei den Abmessungen der Sägen sind folgende Bezeichnungen gewählt: L = ganzer Blattlänge; L_1 = verzahnter Länge; b = Breite des Blattes; b_1 = grösster, b_2 = kleinster Breite des Blattes; d = Dicke des Blattes; t = Theilung; e = leerem Raum zwischen den Zähnen an der Sägenrandlinie; l = Zahntiefe oder Entfernung der Zahnspitzenlinie von der Sägenrandlinie.

nach oben gestellt und auf Angeln oder in Oesen o befestigt sind. Weil die Bewegung gewöhnlich eine mehr oder weniger wiegende ist, so giebt man der Quersäge zweckmässig einen Bauch (Bauchsäge, Scie ventrue, *Felling saw*), d. h. an der Zahnseite eine konvexe Krümmung omo, welche zugleich den Vortheil gewährt, dass die Säge durch Abnutzung und Schärfen nicht konkav wird, was sonst immer stattfindet, weil die in der Mitte sitzenden Zähne ja viel mehr beansprucht werden als die anderen. Die Zähne dieser Säge sind oft so angeordnet, dass sie nach beiden Richtungen schneiden, in welchem Falle die Form derselben ein spitzwinkliges Dreieck oder die der M-Zähne wird. Die Maase sind hierbei durchschnittlich folgende:

Fig. 288.

$L = 1{,}33$ m.; 1,50 bis 1,60 m; 1,68 m.
$b_1 = 120$ mm.; 145 mm.; 170 mm.
$b_2 = 90$ mm.; 110 mm.; 130 mm.
$d = 1{,}5$ bis 2 mm.
$t = 15 - 23$ mm. für M-Zähne mit 12 — 20 mm. Zwischenraum.
$t = 10 - 15$ mm. für gleichschenklige Zähne.

3. **Zugsäge** (Waldsäge, Bauernsäge, *Felling saw*) ist eine Quersäge mit stark gekrümmter Zahnspitzenlinie.

4. **Fuchsschwanz** (Fuchsschweif, Scie à main, S. à manche d'égotine, *Hand saw*, *Grafting saw*), Fig. 289, kommt in 2 Formen A und B vor. Das Blatt ist immer sehr breit, um die erforderliche Steifheit zu erhalten, gewöhnlich nach dem Griffende zu sich verbreiternd, oft auch in der Breite gleichbleibend, und mit einem aufgeschobenen Rücken (Dossière, Dos, *Back*) ausgestattet (Rückensäge, Scie à dos, *Back-saw*).

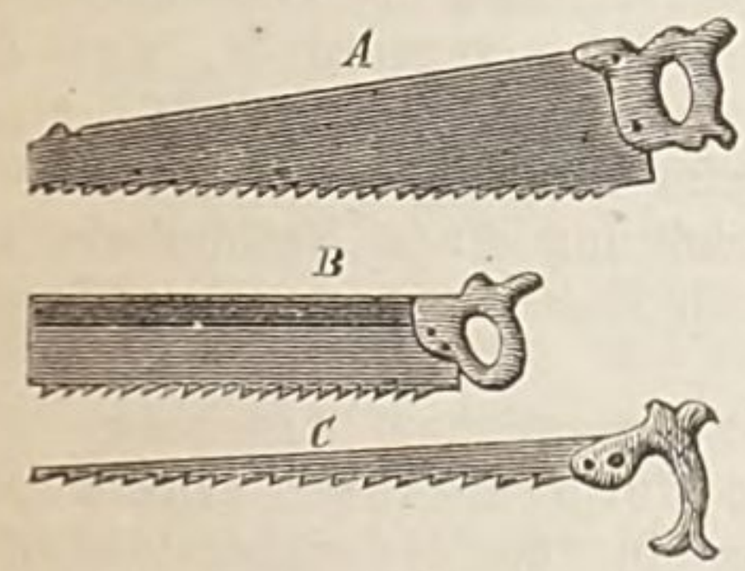


Fig. 289.

Die grosse Breite giebt dem Fuchsschwanz eine sehr sichere Führung, weshalb die Schnitte höchst eben ausfallen. Die stumpfwinklig- und rechtwinklig-dreieckigen Zähne stehen auf den Stoss, d. h. sie kommen zum Angriff, wenn der Arbeiter die Säge von sich abbewegt. Die gewöhnlichen Dimensionen sind:

$L =$	150	— 750	mm.
$b_1 =$	63	— 228	«
$b_2 =$	32	— 102	«
$b =$	38	— 108	«
$d =$	0,75	— 1,5	«
$t =$	2	— 7	«

5. **Stichsäge** (Spitzsäge, Lochsäge, Scie à couteau, S. à voleur, S. à guichet, Passe-port, *Compass-saw*, *Lock-saw*, *Fret-saw*, *Key-hole saw*), Fig. 289 C. Der gewöhnliche Fuchsschwanz ist wegen seiner Breite nicht geeignet, krumme Schnitte, Schweifungen, Durchbrechungen, runde und andere Löcher auszuschneiden. Daher werden die Fuchsschwänze mitunter sehr schmal und das Blatt der Steifigkeit halber an der Zahnkante sehr dick gemacht, also auch die Zähne ohne Schränkung gelassen.

Solche Fuchsschwänze führen dann die obige Benennung. Es finden sich daran durchschnittlich folgende Grössen:

L	= 80	— 580	mm.
b_1	= 7	— 30	«
b_2	= 0	— 6	«
d	= 0,9	— 1,6	«
t	= 2	— 5	«

6. **Grathsäge.** Dient zum Ausschneiden der schrägen Schnitte, welche die Seiten des Grathes S. 247 bilden, zwischen denen der Grundhobel das Holz wegarbeitet, und in den Fällen, wo der Sägenschnitt auf breiten Flächen gebildet werden soll, namentlich wenn der Schnitt nicht bis an's Ende der Fläche reicht. Die Grathsäge besteht aus einem etwa 170 mm. langen Blatt — (Stück einer zerbrochenen Säge) — welches in ein Holzstück mit einem Griff so eingelassen ist, dass es der ganzen Länge nach um die Tiefe des zu machenden Schnittes vorsteht, und dass die Zähne mit der Brust dem Griff zugekehrt — auf den Zug gestellt — sind.

7. **Zapfensäge.** Kleine Säge zum Abschneiden solcher Theile, die aus der Oberfläche des Arbeitsstückes heraustreten, z. B. der Zapfenenden, hervorragender Furnürtheile (daher auch Furnürsäge) etc. Das Blatt muss hierbei mit der flachen Seite auf dem Arbeitsstücke liegend geführt werden. Es wird daher auf der unteren ebenen Fläche eines zum Anfassen bequem geformten Holzstückes von 100 mm. Länge und 50 mm. Breite durch Schrauben befestigt, so dass es auf die Arbeitsfläche gelegt, gehörig weit, etwa 10 bis 15 mm. freiliegt, und etwa wie der Buchstabe **L** aussieht, wo der horizontale Strich die Säge, der vertikale den Griff bedeutet. In der Regel ist diese Säge zweischneidig, d. h. so angeordnet, dass die Brustkanten sämmtlicher Zähne der Mitte zugekehrt sind, Fig. 286 K, damit die eine Hälfte beim Hergang, die andere beim Hingang schneidet.

8. **Absetzsäge.** Diese Säge hat die Einrichtung eines Nuthhobels mit Anschlag, nur mit dem Unterschiede, dass kein Eisen und statt der Zunge eine Säge vorhanden ist.

9. **Quadrirsäge.** Ist eine Absetzsäge mit beweglichem Anschlag.

10. **Doppelte Absetzsäge**, Doppelte Zapfenbrustsäge. Dient zur Erzeugung der zwei in einer Ebene liegenden, einander gegenüberstehenden Einschnitte zur Bildung von Zapfen, und ist aus Absetzsägen gebildet, welche mit zwei Schrauben so zusammengehalten und gegen einander verschoben werden können, dass die Sägen mit den Zähnen einander zugekehrt in einer Ebene liegen.

11. **Doppelte Zapfensäge**, Doppelte Schlitzsäge. Hat die Einrichtung eines Federhobels, in dem statt der zwei Hobeleisen und Federn zwei Sägen parallel zu einander befestigt sind.

12. **Einstreichsäge** (Schraubenkopfsäge, *Screw head saw*). Dies ist die einzige Säge ohne Spannung, welche von dem Metallarbeiter gebraucht wird zum Einstreichen schmaler Vertiefungen, wie sie z. B. auf den Schraubenköpfen zum Einsetzen des Schraubenziehers vorhanden sind. Sie ist als eine sehr kleine aber dicke Fuchsschwanzsäge mit Rücken anzusehen, indem das Blatt nur 50 bis 100 mm. breit und von der Dicke des Einschnitts ist, einen Rücken besitzt, der zugleich die Tiefe des Einschnitts begränzt und mit einem runden Griff, der in der Verlängerung des Rückens liegt, geführt wird.

b) Sägen mit Spannung. Der Rahmen oder das Gestell, welches der Säge die Spannung geben soll, muss zunächst der Grösse der Säge entsprechend gross, leicht und genügend widerstandsfähig hergestellt und

mit Vorrichtungen ausgestattet sein, welche die Spannung nicht nur hervorbringen, sondern auch reguliren lassen. Während daher grosse Sägen, (die eigentlich nur beim Holzarbeiter vorkommen), mit hölzernen Rahmen gefasst werden, sind für kleine Sägen, z. B. bei allen Sägen des Metallarbeiters, fast nur eiserne Sägengestelle im Gebrauch. — Die Mittel zur Hervorbringung und Regulirung sind gewöhnlich sogenannte Knebel, oder Schrauben und Keile, wenngleich letztere am seltensten angewendet werden.

13. **Klobsäge** (Furnürsäge, Scie à refendre, *Frame saw*, *Veneer saw*), Fig. 290. Dient namentlich zum Zersägen grösserer Holzklötze aus gewöhnlich edlem Holze in möglichst dünne Platten (Furnüre, Plaques, Feuillets, Feuilles de placage, *Veneers*), wobei es der Holzersparung wegen auf sehr schmale Sägenschnitte ankommt, weshalb auch die grobe Schrotsäge nicht gebraucht werden kann, sondern ein so dünnes Blatt genommen werden muss, dass eine besondere Spannung unumgänglich nothwendig ist. Die Zähne sind stumpfwinklige oder rechtwinklige — selten (auf wimmerigem Holze) spitzwinklige — Dreiecke, mitunter auch Wolfszähne. Das Gestell besteht aus einem viereckigen Rahmen a b c d aus Holz von etwa 600 mm. Breite und von einer Länge, dass das Sägeblatt B bequem der Länge nach darin Platz hat. In der Mitte jedes der beiden Querhölzer a und b befindet sich ein zangenartiger Theil A zur Aufnahme des Sägeblattes, das mit Hülfe zweier Durchsteckstifte bei m gehalten wird. Das obere Ende s dieses Blatthalters, welches durch das Querstück a tritt, bildet eine Schraube, welche durch Drehung der Mutter w angezogen wird und daher die erforderliche Spannung in der Säge hervorbringt. Statt der Schraube Keile zu verwenden, wie bei b gezeichnet ist, und dann das Ganze aus Holz anzufertigen, ist nicht empfehlenswerth. — Geführt wird diese Säge von zwei Arbeitern, welche die Querarme a, b als Handgriffe benutzen, in vertikaler Richtung, so dass die Säge nur beim Niedergange schneidet. Die Abmessungen sind wenig abgestuft; gewöhnlich ist

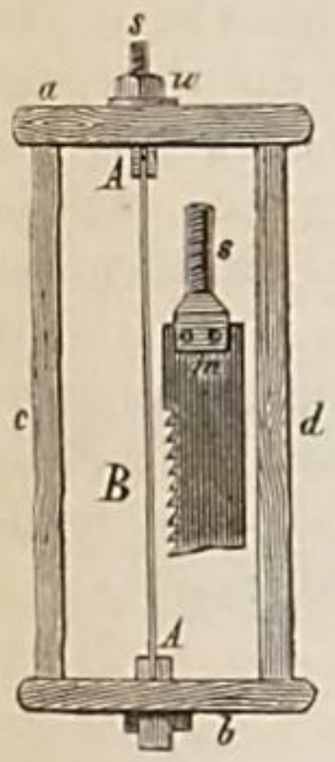


Fig. 290.

L = 1,33 — 1,50 m.
b = 100 — 120 mm.
d = 0,5 — 0,8 «
t = 6 — 12 «

14. **Oertersäge** (Scie à débiter, *Continental frame-saw*), Fig. 291. Diese Säge ist die grösste Handspannsäge der Holzarbeiter und wird zum Zerschneiden aller grösseren Holzstücke verwendet. Das Gestell wird zunächst aus drei Holzstücken, den beiden Armen (Hörnern) a b und c d und einem Längenstück (Steg) e f gebildet. Jeder Arm liegt mit der Mitte in dem eingeschlitzten Ende des Steges e f und bildet da einen zweiarmigen Hebel mit dem Unterstützungspunkt am Steg. In die zwei gleichliegenden Enden a und c der Arme wird nun das Sägeblatt eingehängt, und an den beiden anderen Enden b d die Spannungsvorrichtung als Schluss des Rahmens angebracht. Zum Einhängen sind die Sägeblätter an den Enden m, m mit zwei flachen Angeln

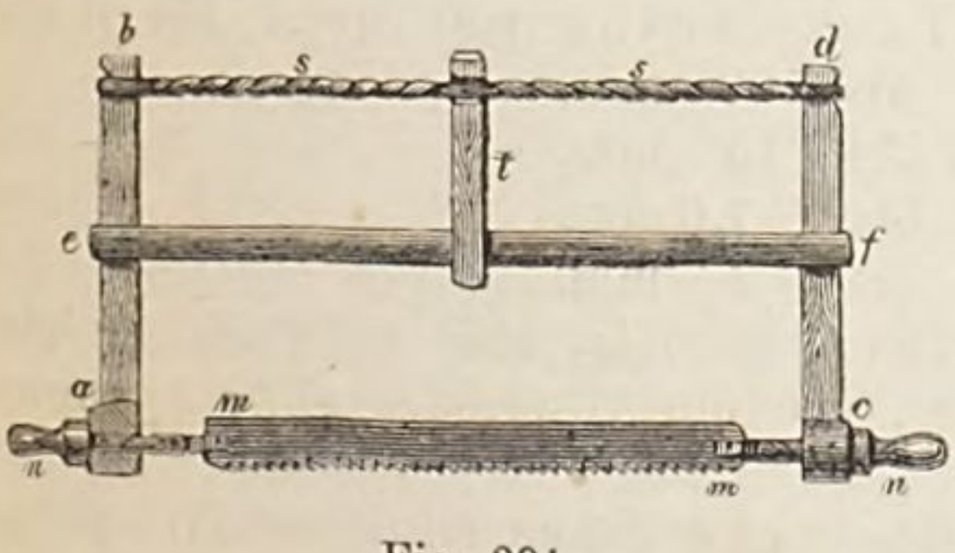


Fig. 291.

versehen, welche in gespaltene runde Zapfen der Knöpfe n n geschoben und mittelst kleiner durchgesteckter Bolzen befestigt werden. Diese runden Zapfen gehen durch runde Oeffnungen der Arme a b und c d und werden durch die Knöpfe n n am Durchschieben verhindert. Die Spannungsvorrichtung besteht nun gewöhnlich aus einer festen Hanfschnur s s, die einige Male über die beiden Enden b und d der Arme geschlungen und durch einen eingesteckten Stab t (Knebel, Garrot, *Tongue*) zusammengedreht wird, womit durch die Verkürzung der Schnur die Spannung der Säge hervorgebracht ist. Das Holzstück t wird zur Verhinderung des Rückdrehens gegen den Steg gelegt. — Statt des Knebels hat man auch wohl einen starken Draht durch die Arme gezogen, der am Ende mit einem Schraubengewinde versehen ist, auf dem eine Flügelschraube sich dreht, die sich gegen den Arm legt. Mitunter ist bei der Säge mit Knebel der eine Backen so eingerichtet, dass der runde Zapfen als Schraube in den Knopf n als Mutter eintritt, um durch Drehung der Mutter die Spannung zu reguliren. Da die beiden Backen n n sich um die Achse drehen lassen, so kann man das Blatt in beliebige Lage zum Gestell bringen, was in vielen Fällen nothwendig ist, z. B. damit bei sehr langen Schnitten der Steg dem Eindringen der Säge nicht hinderlich wird. Das Gestell kann auch zum Zusammenlegen angeordnet werden, um die Säge leicht transportiren zu können[1]). — Gebraucht wird die Säge stets auf Stoss, weshalb die Zähne auch die Form des stumpfwinkligen oder gewöhnlicher des rechtwinkligen Dreiecks haben. — Die Abmessungen sind folgende:

L = 780 — 850 mm.
b = 48 — 55 «
d = 0,4 — 0,7 «
t = 5 mm.

15. **Schliessäge** (Scie à tenon). Unterscheidet sich von der Oertersäge nur durch die Dimensionen, welche sämmtlich kleiner sind.

L = 510 — 700 mm.
b = 39 — 48 «
d = 0,4 — 0,5 «
t = 3 — 4 «

16. **Schweifsäge**. (Scie à tourner, S. à chantourner, S. à échancrer, Feuillet; *Turning saw*, *Sweep-saw*, *Bow-saw*, *Chair-saw*.) Die Oerter- und Schliessägen haben so breite Blätter, dass man mit ihnen nur Krümmungen von grossem Halbmesser verfolgen kann. Um aber Schweifungen auszuschneiden, muss das Blatt sehr schmal sein. Ein schmales Blatt ist daher der Charakter der Schweifsäge, die sonst mit der Schliessäge ganz übereinstimmt. Um das Sägeblatt auch in Löcher einführen zu können, die keinen Ausschnitt bis an den Rand des Arbeitsstückes besitzen, wird das eine Blattende zum Aushängen eingerichtet, indem man es mit einem Loche auf einen Haken des Backens hängt (Aushängesäge). Es ist hier

L = 150 bis 500 mm.
b = 2,5 bis 15 mm.
d = 0,4 bis 1,0 mm.
t = 3 bis 4 mm.

17. **Absetzsäge** (Scie à arraser, *Tenon saw*) ist eine Schweifsäge mittlerer Grösse, die denselben Zweck hat, wie die Absetzsäge ohne Spannung unter 8.

18. **Handsäge** wird desgleichen eine Schweifsäge mittlerer Grösse genannt, welche mit feineren Zähnen (t = 2,5 bis 3,3 mm.) versehen ist.

---

1) Polyt. Centr., 1874. S. 1143.

19. **Bogensäge.** (Scie à arc.) Wenn die Sägen ein eisernes Gestell besitzen, so heissen sie gemeiniglich Bogensägen, weil das Gestell wegen seiner Gestalt der Bogen genannt wird. — Da die Spannsägen der Metallarbeiter mit sehr seltenen Ausnahmen und auch einige Sägen der Holzarbeiter eiserne Gestelle haben, so sind hier zwei Arten anzuführen.

α. Bogensäge für Metallarbeiter. Das Blatt dieser Säge ist kurz, nur 250 bis 350 mm lang, und schmal, nämlich nur bis 18 mm. breit. Die Zähne sind sehr klein — t = 1 — 2 mm. bei den grossen, und t = 0,4 — 1 mm. bei den kleinen Sägen —. Da sie demnach nicht geschränkt werden können, so hat das Blatt den Querschnitt Fig. 286 L, S. 262. — Die Zahnspitzenlinie ist oft konvex bogenförmig aus denselben Gründen, welche bei der Quersäge unter 2 erörtert wurden. Die Schneidkanten der Zähne stehen rechtwinklig zur Achse. Das Gestell für grössere Sägen hat gewöhnlich die in Fig. 292 A gezeichnete Form. Der Bügel a b trägt an beiden Enden Kloben m m¹ zur Aufnahme des Sägeblattes c, das mit zwei viereckigen Löchern auf entsprechende Haken i des Klobens gehängt wird. Der Kloben ist viereckig und hat auf allen vier Seiten einen solchen kurzen Haken, wodurch namentlich auch das Einhängen des Sägeblattes rechtwinklig zur Ebene des Gestells gestattet wird. Einer der Kloben, nemlich der dem hölzernen Griff g gegenüber sitzende, (m¹) ist zum Zweck der Spannung der Säge am Ende mit einer Schraube versehen, die durch die Flügelmutter d angezogen wird. Mitunter findet man den Handgriff am oberen Bogenstück bei g_1 (punktirt gezeichnet) angebracht. Da hierbei die von g_1 aufgenommene Kraft aber zu der unteren Kante des Sägeblattes parallel geht, so entsteht in Bezug auf den Punkt, an dem die Säge schneidet, ein Drehmoment, das nicht nur die Führung, sondern auch die Arbeit der Säge sehr erschwert, weshalb der Griff stets bei g in der Verlängerung des Sägeblattes angebracht werden sollte. — Um mit der Bogensäge feine krumme Einschnitte (Schweifungen) zur Erzeugung von Laubarbeit (Laubsäge, Scie à decouper, S. à contourner, S. à vider, *Piercing saw*) machen zu können, wird nicht nur das Sägeblatt sehr schmal, etwa 0,6 bis 2 mm. breit, sondern auch sehr dünn, etwa 0,25 mm. dick, gemacht. Gewöhnlich fertigt man sie aus Uhrfedern an und giebt ihnen eine Theilung von 0,4 bis 1,0 mm. Da diese feinen Zähnchen nicht mehr gut eingefeilt werden können, so stellt man sie durch Einhauen mittelst eines Meissels her. Der dabei entstehende seitliche Grath ersetzt genügend den Schrank.

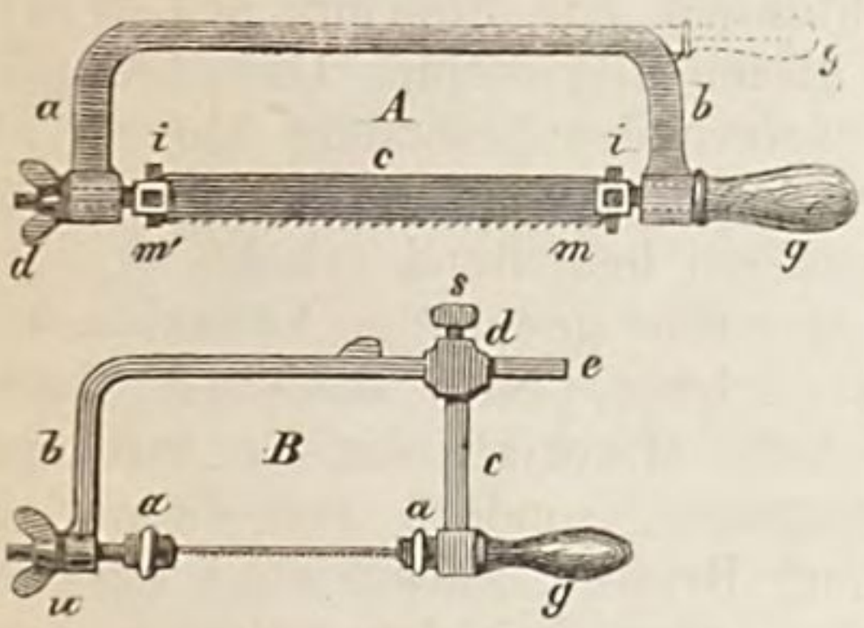


Fig. 292.

Der Bogen dieser Säge (Laubsägebogen), Fig. 292 B, unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Sägebogen durch einen verhältnissmässig grossen Abstand des Bügels von der Säge, um zunächst weit vom Rande des Arbeitsstückes sägen zu können, ferner dadurch, dass die Backen a zangenartig zum Festklemmen mittelst Presschrauben eingerichtet sind, da die schmalen Blätter die Anbringung eines Loches zum Aufhängen nicht mehr gestatten, und endlich dadurch, dass der Bügel b c verlängert und verkürzt werden kann, um sehr kurze Sägeblattstücke, die durch häufiges Abbrechen entstehen, noch gebrauchen zu können. Zu dem Zwecke geht der Bügel mit einer viereckigen Verlängerung e durch eine Hülse d an

dem Arm c, worin er mittelst der Klemmschraube s festgeklemmt wird. Die Spannung erfolgt wie bei der Bogensäge durch die Schraube bei u mittelst Flügelmutter.

β) Bogensäge für Holzarbeiter. Bei den Holzarbeitern steht die Bogensäge fast nur als Laubsäge (Scie à contourner, S. à marqueterie, S. d'horloger, *Piercing saw*, *Buhl saw*, *Inlaying saw*) ebenfalls zum Aussägen des Laubwerks zu eingelegten Arbeiten aus Holz, Metall, Elfenbein etc. (Boule-Arbeiten) im Gebrauch und unterscheidet sich dann nicht von derjenigen der Metallarbeiter. Nur wird oft das Gestell ganz aus Holz und bis 250 mm. Entfernung des Bügels von dem Blatte gemacht. — Die Handsäge unter 18 wird nicht selten durch Einspannen in ein eisernes Gestell als Bogensäge angeordnet.

Sägemaschinen [1]). An verschiedenen Stellen dieses Buches ist schon darauf hingewiesen, wie einerseits die Nothwendigkeit eines grossen Kraftbedarfs und einer grösseren Sicherheit in der Arbeit, d. h. in der Führung des Werkzeugs, und andererseits Zweckmässigkeitsgründe zur Erfindung und Anwendung von machinalen Vorrichtungen zur Führung des Werkzeugs Veranlassung geworden sind. Zu diesen allgemeinen Gründen tritt bei der Verarbeitung des Holzes noch insofern der besondere hinzu, als eine verhältnissmässig sehr grosse Geschwindigkeit nicht nur die Quantität der Arbeit sondern auch die Qualität derselben bedeutend erhöht.

Bei den Holzsägen namentlich liegt eine sehr gewichtige Veranlassung zur Konstruktion der Sägemaschinen (Scierie, *Saw machine*) darin vor, weil das von der Natur fertig gelieferte Material, der Baumstamm, selten im Ganzen oder in gespaltenen Stücken, sondern fast immer in durch Sägen hergestellten Theilen (Bohlen, Bretter, Latten etc.) Verwendung findet. Die Sägemaschine kann aber auch bei der weiteren Ausarbeitung der Rohformen mit grosser Schnelligkeit und Genauigkeit eine weitgehende Annäherung an die zu schaffende Form herbeiführen und dadurch die immer theuere Nacharbeit durch Hobeln etc. auf das geringste Mass beschränken.

Daher bildet die Sägemaschine in der Holzverarbeitung, nicht nur zur Herstellung der Rohformen, sondern auch zur Ausarbeitung derselben, eine der wichtigsten Maschinen, welche der grossen Mannigfaltigkeit der Arbeit entsprechend, namentlich in Bezug auf Grösse und Bewegungsart, vielfache Unterschiede darbietet.

Wie bei jeder Werkzeugmaschine, so ist auch bei der Sägemaschine eine Arbeits- und eine Schaltbewegung vorhanden, welche entweder beide dem Arbeitsstück oder dem Werkzeug allein zukommen, oder auf beide vertheilt sein können.

Im vorliegenden Falle erhält das Werkzeug, also die Säge, stets die Arbeitsbewegung, das Arbeitsstück mit wenigen Ausnahmen die Schaltbewegung. Die Arbeitsbewegung ist dann entweder eine hin- und hergehende, oder eine kontinuirlich hingehende.

Bei der hin- und hergehenden Bewegung ist die Sägemaschine, wie eine Spannsäge, mit einem oder mehreren Blättern versehen, welche wie bei der Furnürsäge (S. 267) in einem Rahmen sitzen, der entweder ver-

---

1) Karmarsch-Hartig, I. S. 651. — Rühlmann, Allg. Maschinenlehre, Braunschweig 1865. Bd. 2. S. 334 u. f. — Arbey, Scieries et machines-outils, Paris 1865. — J. Richards, Wood-working machines, S. 113. — Hesse, Werkzeugm. d. Wiener Ausst. S. 183. — Exner, Ausstellungsb., S. 3. — Prakt. Masch.-Const., 1869. S. 172; 1871. S. 185, 197 u. 245.

tikal oder horizontal in Prismenführungen geht; oder die Säge ist zwischen zwei parallelen Armen ausgespannt, die an einem Schieber sitzen, der die Bewegung ausführt.

Ist dahingegen die Säge kontinuirlich wirkend, so sitzen ihre Zähne entweder an der Kante eines Stahlbandes ohne Ende, welches wie ein Riemen über Scheiben liegt und durch deren Drehung bewegt wird, oder am Rande einer kreisrunden Stahlscheibe, die sich um ihre Achse dreht.

Man kann daher die Sägemaschinen zweckmässig eintheilen in

1) Rahmensägemaschinen,
2) Bandsägemaschinen,
3) Kreissägemaschinen.

1. **Rahmensägemaschinen** (Scierie à châssis, *Frame-saw*). Der bei diesen Sägen vorkommende, charakteristische Theil ist der Rahmen, welcher entweder rundherum geschlossen ist und das Sägeblatt zwischen sich nimmt, wie bei der Furnürsäge, oder erst durch das Sägeblatt geschlossen wird, welches die zwei freistehenden Arme des offenen Rahmens verbindet wie bei der Bogensäge.

Der geschlossene Rahmen heisst das Gatter (Châssis, Porte-scie, *Frame*) und deshalb die hiermit ausgestattete Sägemaschine die Gattersäge. Die mit offenem Rahmen versehene Sägemaschine dahingegen wird wegen der hauptsächlich von ihr ausgeführten Arbeit des Ausschneidens Ausschneid- oder Dekoupirsäge genannt.

a) Gattersägen[1]). Die Gattersägen bilden den wichtigsten Theil derjenigen Sägeetablissements, welche unter dem Namen Sägemühlen oder Schneidmühlen (Scierie, *Saw-mill*) bekannt sind und wesentlich die Bestimmung haben, Baumstämme oder Holzklötze entweder der Länge nach zu zerschneiden, oder oft nur durch Entfernung der äusseren Segmentstücke (Schwarten, Schellstücke, Flache, Dosse, *Slab*) vierkantig zu beschneiden (abschwarten).

Das Sägeblatt einer Gattersäge ist je nach dem zu schneidenden Holze und der Dicke der Bretter, Latten etc. sowohl in Bezug auf Verzahnung als auf Dimensionen verschieden. Bei den Sägen zum Brettschneiden besteht die Verzahnung in der Regel aus Wolfszähnen, Fig. 286 E, mitunter auch aus einfachen, rechtwinkligen, gleichschenkligen Dreieckszähnen, Fig. 286 B. Soll die Säge auf beiden Wegen schneiden, so ist die Zahnform entweder spitzwinklig gleichschenklig, Fig. 286 B und F, oder backenzähnartig mit den Variationen Fig. 286 G, H, I. — Wenn auch die Gattersägen zu den Spannsägen gehören, so müssen sie doch verhältnissmässig dick und breit sein, um beim Schnitt den gehörigen Widerstand zu leisten. Namentlich fördern dicke Blätter in weichem Holz die Arbeit, weil eine grössere Schnittfläche entsteht, die das Abnehmen grober Späne zulässt. Der Steifigkeit halber nimmt man die Blätter so kurz als möglich, weil lange Blätter sich wegen der leicht entstehenden Verdrehung oft verlaufen. Ihre verzahnte Länge muss aber stets grösser als die Dicke des Arbeitsstückes sein; sonst würden entweder bei einem besimmten Hube einzelne

---

1) Hütte, 1855. Bl. 11; 1857. Bl. 16; 1862. Bl. 25; 1864. Bl. 34; 1865. Bl. 24. — Wiebe, Skizzenbuch, Heft 12, Bl. 5, 6; 1872. Heft 80, Bl. 1—6. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1861. S. 235; 1862. S. 269, 315, 409, 465; 1863. S. 315; 1866. S. 521. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1871. S. 90. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 3. Taf. 18 u. 19; Bd. 9. Taf. 11; Bd. 14. Taf. 5, 15, 40. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 5, 21, 53, 96, 128, 307; 1870. S. 28; 1871. S. 185 u. 196; 1873. S. 98; 1875 S. 322. — Polyt. Centr., 1858. S. 532; 1861. S. 1256; 1864. S. 444; 1862. S. 1276; 1869. S. 162; 1871. S. 876; 1873. S. 1141. — Dingler's Journ., Bd. 147. S. 403; Bd. 166. S. 481; Bd. 176. S. 249; Bd. 182. S. 7; Bd. 185. S. 100.

Zähne leer gehen müssen, oder gar nicht aus dem Arbeitsstück heraustreten, also auch die Späne nicht abwerfen können.

Werden die Bretter aus edlem Holze geschnitten, um zum Belegen gewöhnlicher Hölzer zu dienen, so stellt man sie in der Regel recht dünn her, z. B. 8 bis 10 Bretter aus der Dicke von 25 mm. und nennt sie Furnüre. Um in diesem Falle durch den Schnitt möglichst wenig Holz zu verlieren, werden die Furnürsägeblätter sehr dünn genommen. Ferner fordert in diesem Falle die zum Theil wimmerige und ästige Beschaffenheit, die Härte und Brüchigkeit der Hölzer, Sägen von geringem Schrank und mit kleinen spitzigen Zähnen ausgestattet, die in einer Richtung arbeitend in der Regel stumpfwinklig mit einem Spitzenwinkel von 56 Grad, in beiden Richtungen arbeitend aber spitzwinklig gleichschenklig sind mit einem Spitzenwinkel von 28 Grad, und für die Aufnahme der Späne entweder grosse Zahnlücken durch die Form Fig. 286 F, oder durch Wolfszähne erhalten.

Als Abmessungen (Siehe S. 264, Anmerkung 2) dieser Sägen können folgende gelten:

	Brettsäge:			Furnürsäge:
L =	1,2 —	2,1 —	2,2 m.	1,5 — 2,5 m.
L_1 =	0,9 —	1,7 —	1,9 m.	
b =	125 —	175 —	250 mm.	100 — 300 — 900 mm.
d =	1,25 —	1,75 —	2,5 «	0,3 — 1,1 mm.
t =	21 —	30 —	50 «	6,3 — 12,7 mm.
e =	6 —	8 —	25 «	
l =	16 —	24 —	30 «	

Das Gatter bildet einen viereckigen Rahmen, dessen Längsseiten (Gatterschenkel, Gatterstäbe) die Führungen erhalten, und dessen Querseiten (Gatterriegel) die Sägen aufnehmen.

Je nach der Zahl der Sägen, welche im Gatter sitzen, und je nach der Stellung derselben werden die Gatter besonders benannt. Sitzt eine Säge in der Mitte, so entsteht das Mittelgatter oder Blockgatter (*Sash-saw*). Sitzt dieselbe an der Seite, wie dies z. B. beim Säumen und Abschwarten zweckmässig ist, so heissen die Gatter Endgatter (Seitengatter, Saumgatter). Ein Gatter mit zwei Sägen führt den Namen Doppelgatter auch Saumgatter, während endlich ein Gatter mit mehr als 2 Sägen ein Bundgatter oder Vollgatter genannt wird. — Bei allen diesen Gattern kommt es nun nicht nur darauf an, die Sägen einbringen und spannen zu können, sondern auch wesentlich darauf, ihr die feste Lage zu sichern und ihren Abstand der jedesmaligen Brettdicke bequem anpassen zu können.

Zur Verbindung der Säge mit dem Gatterriegel dient die sogenannte Sägekappe, welche in der einfachsten Form der entsprechenden Vorrichtung an der Furnürsäge, S. 267 Fig. 290, gleicht, aber zweckmässiger aus zwei Stahlscheiben aa Fig. 293 (s. f. S.) besteht, welche das Sägeblatt s mit den zwei angeschraubten hakenförmigen Backen bb, und nach oben den viereckigen Spannbolzen A aufnehmen, der durch den Gatterriegel gesteckt und durch die Mutter m angezogen wird. — Zur Verschiebung der Blätter bestehen die Gatterriegel aus zwei flachen parallelen Schienen R.

Die Führung des Gatters, welche gewöhnlich geradlinig erfolgt und sehr genau stattfinden muss, wird in der Regel durch Hohl- und Vollprismen bewirkt, welche zum Theil am Gatter, zum Theil an aufrecht stehenden Ständern (Gattersäulen) sitzen, und entweder rund, viereckig oder schwalbenschwanzförmig ausgebildet sind.

Das Gatter, welches bei seiner Aufwärtsbewegung eine todte Last bildet, ist zwar kräftig und steif, aber auch so leicht als möglich zu konstruiren, weshalb die Verwendung von Holz, Stahl und Hohlkörpern zu den Gatterstäben besonders empfehlenswerth ist.

Die Bewegung des Gatters wird durch Kurbel- oder Krummzapfen von einer Welle (Gatterwelle) vermittelt, welche meistens unterhalb des Gatters angebracht und durch Lenkstangen mit dem Gatter verbunden ist. Entweder ist nur eine Lenkstange vorhanden, die dann am unteren Ende angreift, oder es giebt deren zwei, die sehr oft, wegen der Raumersparung, in der Höhe seitwärts mit dem Oberriegel verbunden werden. Diese Anordnung zweier Lenkstangen verdient konstruktiv immer den Vorzug, wenn auch, namentlich bei Mittelgattern oft nur eine Lenkstange angewendet wird. Um bei der Verbindung der Lenkstange mit dem Zapfen kleine Abweichungen ohne Klemmungen zuzulassen, wendet man zweckmässig Kugelzapfen, und um die Lenkstangen recht leicht zu machen auch hierzu Holz als Material an.

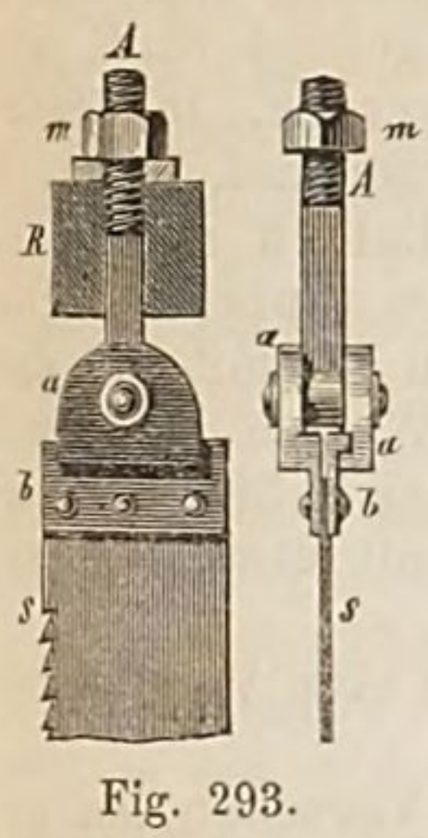


Fig. 293.

Die Gatterwelle wird durch Wasserräder, Dampfmaschinen oder Windräder in Umtrieb gesetzt.

Wie schon oben erwähnt wurde, bekommt die Säge die Arbeits-, und das Arbeitsstück die Schaltbewegung.

Dieses liegt daher auf einem beweglichen Theil (Wagen, Klotzwagen, Blockwagen Chariot, *Drag*) fest, welcher durch Schaltmechanismen den entsprechenden Vorschub erhält. Der Klotzwagen, Fig. 294 A, besteht entweder aus zwei horizontalen Balken a (Wagenbäumen), die an beiden Enden durch Querriegel b rahmenartig verbunden und soweit von einander entfernt sind, dass die Sägen zwischen denselben durchgehen können; oder er wird, Fig. 294 B, von zwei kleinen, besonderen eisernen Wagen b b (Karren) gebildet, die um die Länge des Arbeitsstückes W auseinander gestellt werden und so dasselbe an zwei Stellen tragen. Mitunter stehen zum Tragen des Holzstückes in der Nähe des Gestells nur Böcke, Fig. 294 C, mit Führungswalzen r r r. In den beiden ersten Fällen liegen unter dem Wagen oder den Karren Längsbalken c c (Strassbäume) zur Unterstützung und Führung derselben. Bei gut konstruirten Sägemaschinen dieser Art laufen Wagen oder Karren auf Rädern r (Laufräder, Galet, *Roller*), die in eisernen Gleisen auf den Strassbäumen bestimmte Bahnen haben. — Damit der Vorschub stattfinden kann, muss der Wagen oder Karren mit dem Schaltwerk verbunden werden, was durch Ketten, Zahnstangen oder Presswalzen geschieht.

Fig. 294.

Als Ketten benutzt man dann zweckmässig sogenannte Gall'sche Ketten ohne Ende, welche unter dem Wagen über Kettenrollen laufen und mit dem Wagen oder Karren entsprechend verbunden werden, Fig. 294 B. Die Schaltbewegung tritt dann von der einen Kettenrolle t, die als Kettenrad konstruirt ist und eine alternirende Bewegung erhält, auf die Kette über.

Bei der Anwendung einer Zahnstange z, Fig. 294 A, sitzt diese unter einem Wagenbaum fest und wird, wie die Kette, durch ein Trieb t ruckweise bewegt. Sind statt des Wagens zwei Karren vorhanden, so kann die Zahnstange nicht mehr gut angebracht werden, weshalb dann entweder die Kette oder Friktionswalzen als Transportmittel zu verwenden sind.

Die Friktionsvorschubwalzen f, Fig. 294 C, greifen direkt am Holze an, indem nämlich entweder zwei vertikal stehende dasselbe zwischen sich nehmen, oder indem das Holz von horizontalen Walzen gefasst wird, die unmittelbar vor dem Gatter liegen und ruckweise gedreht werden. In diesem Falle werden dann die oberen Walzen g als Presswalzen angeordnet, die durch Hebel h mit Gewichten niedergedrückt werden und den Balken mit einem gewissen Grade von Nachgiebigkeit an die Vorschubwalzen anpressen. Die Vorschubwalzen müssen auf der Oberfläche kannelirt sein, damit sie das Holz gut fassen. Mitunter werden solche kannelirte Walzen noch mit herumlaufenden dreieckigen Furchen versehen, so dass sich kleine Pyramiden in das Holz eindrücken. Auch ist die Oberfläche oft etwas konkav, um sich der runden Form des Stammes anzuschliessen.

In vielen Fällen findet zur Sicherheit des Vorschubs eine Vereinigung des Kettenvorschubs mit Walzenvorschub Statt.

Das Schiebzeug ist nun das Mittel, welches den Vorschub hervorbringt. Dasselbe kann sehr verschieden konstruirt werden [1]), je nachdem der Vorschub sprungweise oder ununterbrochen vor sich gehen soll, was wieder davon abhängt, ob die Säge nur abwärts, oder abwärts und aufwärts schneidet.

Schneidet die Säge allein beim Niedergange, so können folgende Fälle eintreten:

1) Der Block schiebt sich beim Aufgange der Säge zu einem neuen Schnitt vor.
2) Der Block schiebt sich nur beim Niedergange der Säge während des Schnittes vor.
3) Der Block schiebt sich sowohl beim Niedergange als auch beim Aufgange der Säge, d. h. kontinuirlich, vor.

Im ersten Falle muss das Sägeblatt dem Block ausweichen, weil ja die Sägezahnspitzen unmittelbar nach dem Schnitt den Holzkörper noch berühren. Das Mass der Ausweichung ist durch die Grösse des Vorschubs bedingt. Da nun aber ein Ausweichen durch eine Rückschiebung des Blattes nicht ohne komplizirte Konstruktion erreicht werden kann, so wird es in der Weise hervorgebracht, dass die Zahnspitzen in einer gegen die Vertikallinie geneigten Linie cd angeordnet werden, wie Fig. 295 zeigt. Der Neigungswinkel $acd = \varphi$ hängt dann vom Vorschub $s = ad$ und der Hubhöhe $h = ac$ ab, weil $\frac{s}{h} = \operatorname{tg} \varphi$.

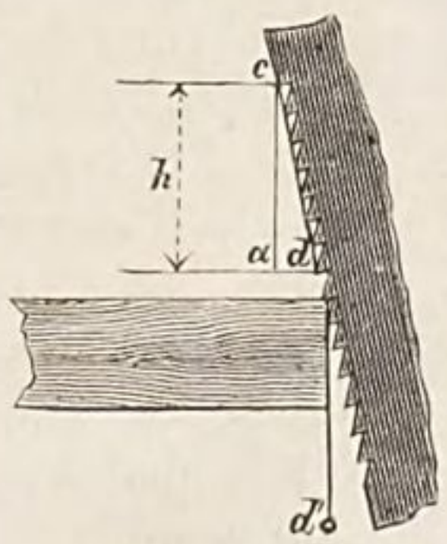


Fig. 295.

Aus dieser Beziehung folgt, dass der Winkel φ, von dem das Ueberhängen (Busen, Anlauf) der Säge bestimmt wird, bei gleichem h von dem Vorschub abhängt, demnach sehr verschieden ausfallen kann, nämlich klein bei harten, gross bei weichen Hölzern und dem jedesmaligen Betriebe entsprechend aus s und h zu bestimmen ist. Für gewöhnliche Fälle soll ein Winkel φ von 20 Minuten angewendet werden; im Allgemeinen liegt er zwischen 15 bis 24 Minuten.

---

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver, 1867. S. 210.

Hervorgebracht wird dieser Busen entweder durch ein Ueberhängen der Säge im Gatter, oder dadurch, dass das Blatt oben etwas verbreitert wird. Die Säge mit Busen hat jedoch den Nachtheil, dass dieselbe nur bei einer Holzdicke, nämlich derjenigen gleich dem Sägehub, vollständig zur Wirkung gelangt, bei dickeren sich nicht genügend zurückzuziehen vermag und bei dünneren zum Theil in der Luft arbeitet. Hierin liegt wohl der Hauptgrund, weshalb man diese Art des Vorschubs wenig mehr anwendet.

Im zweiten Falle tritt derselbe Vorgang ein, der bei einer gewöhnlichen Handsäge vorhanden ist, bei welcher während des Sägens ein Druck auf das Blatt ausgeübt wird, der hier von dem Holzstück ausgeht. Ein Busen ist in diesem Falle nicht erforderlich.

Im dritten Falle endlich treten in Bezug auf die Wirkung und Aufhängung der Säge zwei Möglichkeiten ein: a) die Säge schneidet nur beim Niedergange, dann ist derselben ein Busen zu geben; b) die Säge schneidet sowohl beim Niedergange als beim Aufgange (ist zweischneidig) und dem entsprechend zu verzahnen und gerade aufzuhängen. — Wegen der ungleichförmigen Geschwindigkeit der Säge in Folge der Kurbelbewegung ist auch im 2. oder 3. Falle der Blockvorschub mit variirender Geschwindigkeit vorzunehmen, da das Verhältniss beider konstant sein muss, wenn ein regelmässiges Schneiden eintreten soll. Berücksichtigt man ferner, dass bei der Vertikalbewegung des Gatters während des Aufganges von der Betriebsmaschine die ganze Last des Gatters, der Sägen und der Lenkstange gehoben werden muss, so liegen die Gründe nahe, welche für die Anwendung der Anordnung sprechen, bei welcher eine gerade gehängte Säge beim Niedergange schneidet, während zugleich der Block vorgeschoben wird.

Geschieht nun der Vorschub sprungweise, so besteht das Schiebzeug aus einem mit Sperrzähnen versehenen Rade (Stossrad, Schiebrad, Zahnscheibe, Roue à rochet, *Rack-wheel*), auf dessen Welle das Zahnstangen- oder Kettentrieb, oder ein Kegelrad, eine Schnecke etc. für die Uebertragung der Bewegung auf die vertikal gestellten Vorschubwalzen sitzt, und einer Schiebklaue (Cliquet, Pied de biche, *Click*, *Catch*), welche in die Zähne fällt und durch Hebel in Thätigkeit gesetzt, das Stossrad um eine entsprechende Anzahl Zähne vorschiebt. In Fig. 295 ist eine kompendiöse Anordnung des Schiebzeugs dargestellt. Auf der Welle des Stossrades a schwingt der Arm a c, der bei c d und c e zwei Schiebklauen trägt, die abwechselnd in die Zähne fallen, wenn der Arm a c in Schwingung versetzt wird. In dieser Anordnung wird die Bewegung direkt von der Gatterwelle A aus durch Exzenterscheibe und Schubstange B auf a c übertragen und der Vorschub durch Verschieben des Schubstangenkopfes n in dem Schlitz des Armes a c veränderlich gemacht. — Neuerdings wendet man statt des gezahnten Stossrades oft ein Stossrad mit Keilnuth und Friktionsklaue, oder auch ein Stossrad mit Zylinderoberfläche und Friktionsschuh an, welche Einrichtung zwar den Vortheil besitzt, dass man in dem Mass des Vorschubs nicht von der Zahntheilung abhängig ist, allein den Nachtheil eines grossen todten Ganges damit verbindet [1]). Zur Veränderung der Vorschubgrösse, auch während des Schneidens, sind konoidische Trom-

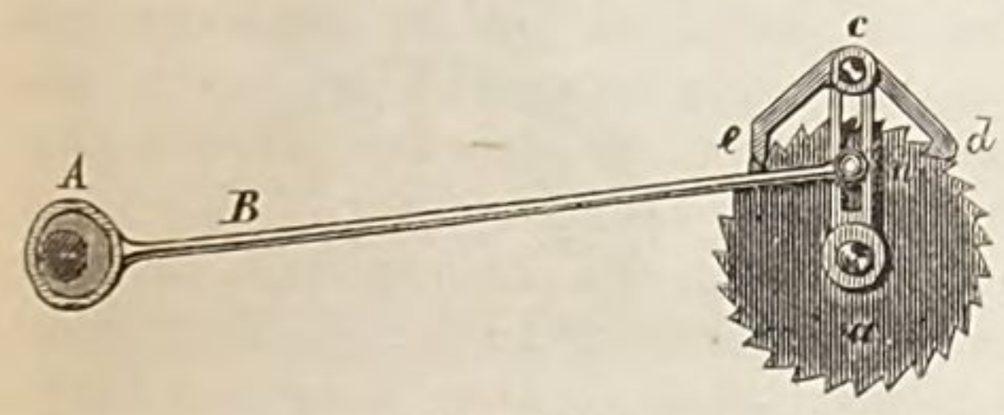


Fig. 295.

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1863. S. 339.

meln und Friktionsscheiben angeordnet [1]), welche zugleich auch zum kontinuirlichen Vorschub anzuwenden wären.

Der kontinuirliche Vorschub [2]) wird sehr zweckmässig dadurch hervorgebracht, dass man das Stossrad als Schraubenrad konstruirt, in welches eine Schnecke eingreift; oder durch eine Kette, welche sich stetig auf eine Trommel wickelt etc.

In Bezug auf den Schaltmechanismus ist noch zu erwähnen, dass derselbe nicht vom Gatter aus in Bewegung gesetzt werden sollte, um dieses nicht noch mehr zu belasten und um die Stösse möglichst zu vermeiden.

Wenn der Block der ganzen Länge nach zersägt ist, muss eine Rückwärtsbewegung des Wagens (Rücklauf) eintreten, was gewöhnlich durch Umkehrung der Bewegung des Zahnstangen- oder Kettentriebs unter gleichzeitiger Ausklinkung des Schiebzeugs erreicht wird.

Zur Seitwärtsbewegung des Blockes, um beim Mittelgatter einen neuen Schnitt zu machen, dienen in der Regel die Haltschrauben, welche durch Drehen die Verschiebung bewirken. Mitunter liegt auch der Block auf quer verschiebbaren Wagen, welche auf dem Blockwagen stehen. Bei dieser Einrichtung ist es möglich, durch Querverschiebung des Wagens auch krumme Schnitte hervorzubringen, wie sie oft zur Erzeugung von Schiffbauholz erwünscht sind [3]).

Da im Allgemeinen die Gesammtanordnung der Sägemaschinen mit Mittelgatter, Seitengatter oder Bundgatter übereinstimmt, so mag hier mit

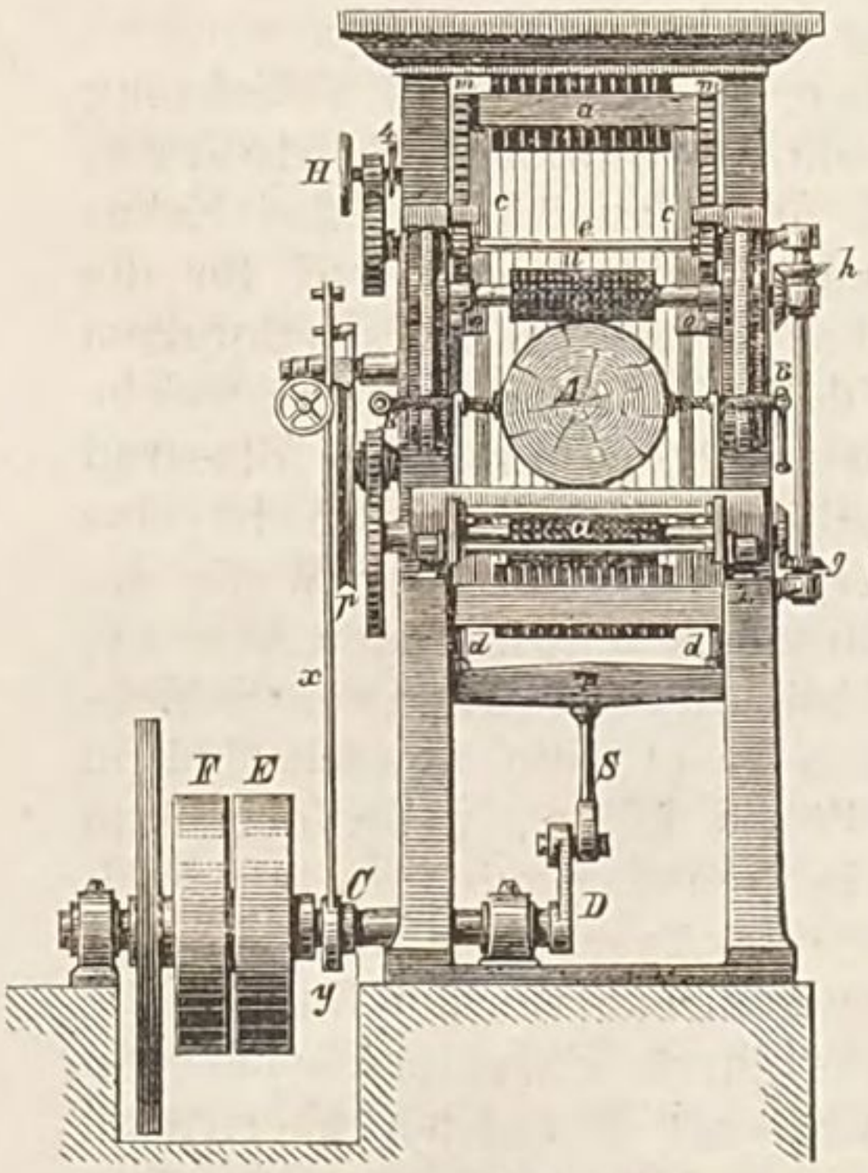


Fig. 297.

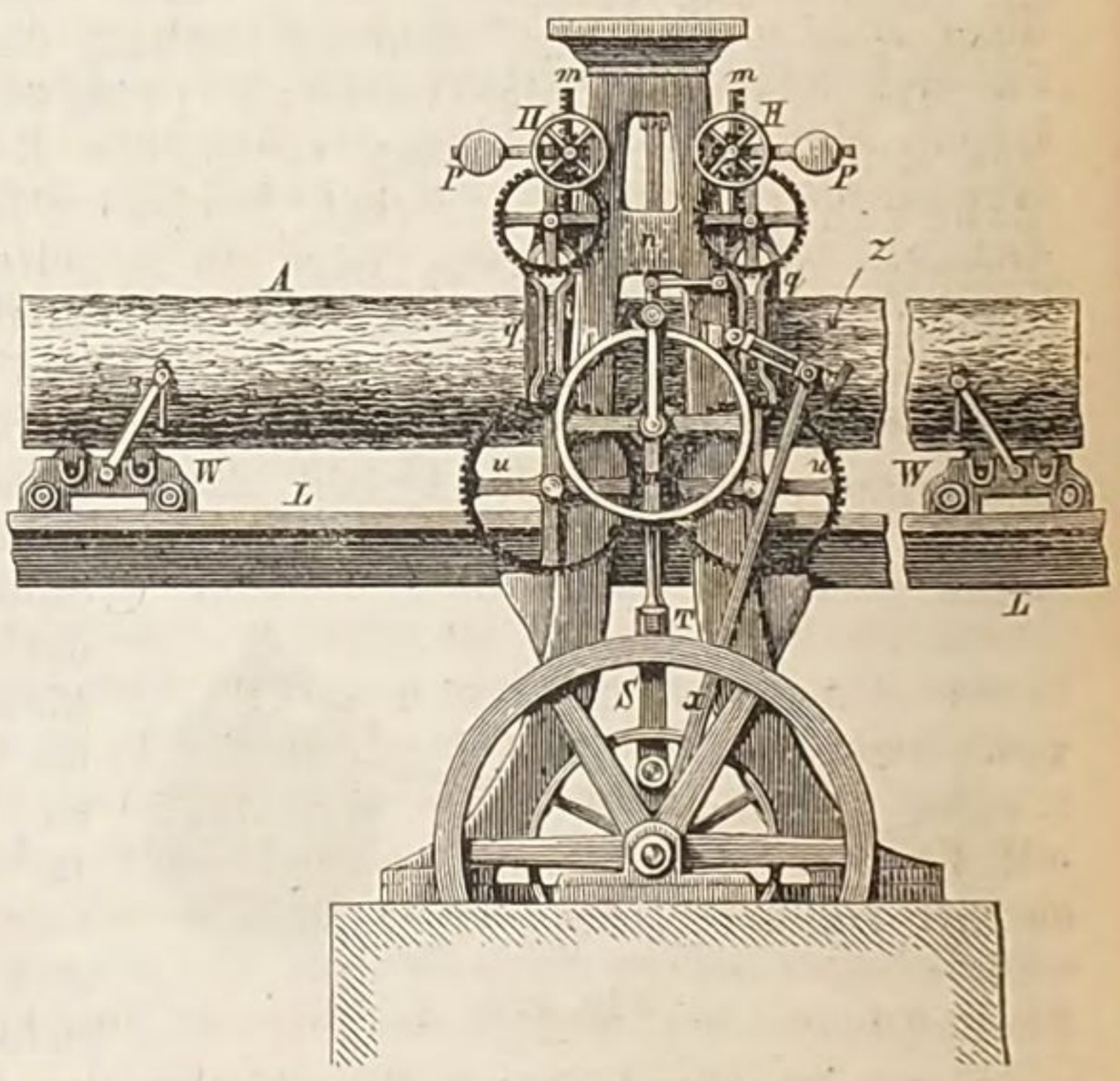


Fig. 298.

Hilfe der Fig. 297 und 298 die Beschreibung einer Bundgattersäge zur Erläuterung des Vorstehenden genügen. — Das Gatter besteht aus den beiden eisernen Riegeln a a und den zwei ebenfalls eisernen Schenkeln c c. Die Riegel sind zur bequemen Aufnahme und Verstellung der Sägekappen aus zwei breiten Schienen gebildet, welche auf die vierkantigen Schenkel

---

1) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1862. S. 422 u. 425. 2) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1863. S. 341. 3) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1862. S. 426.

aufgenietet sind, und die letzteren erhalten an je zwei Stellen bei n n, innerhalb des Gestells G, Prismenführungen. Der Antrieb erfolgt durch die Riemscheibe F vermittelst einer Kurbel D, welche durch die Stange S und die Traverse T mit den beiden seitwärts liegenden Stangen d d in Verbindung gebracht ist. Diese Stangen sind sodann bei o o mit dem Gatter drehbar verbunden, so dass sie mit der Traverse T und der Stange S einen um o o schwingenden, aber durch die Kurbel D auf und nieder bewegten Rahmen bilden. Das Arbeitsstück (der Block) A ruht auf je zwei Walzen in den beiden Wagen W W und wird auf denselben festgehalten durch die schraubzwingenartigen Halter B, welche einer geringen Nachgiebigkeit wegen schräg gestellt und drehbar mit dem Wagen verbunden sind. Die Wagen selbst bewegen sich auf den Laufschienen L. Der Vorschub erfolgt hier durch zwei Walzenpaare u u, Fig. 298, u a, Fig. 297, welche den Block zwischen sich nehmen und ihre Bewegung von dem Schiebzeug erhalten. Damit die Walzen das Holz gehörig fest greifen, sind ihre Oberflächen durch dreieckige Einschnitte, die sowohl peripherisch als in der Längenrichtung laufen, mit einer grossen Zahl kleiner Pyramiden bedeckt, welche sich wie Zähne in das Holz eindrücken. Die Schaltung erfolgt von dem Kreisexzenter y der Welle C, das die Exzenterstange x und dadurch zunächt den Winkelhebel z in Schwingung setzt. Hierdurch setzt sich die Friktionsklaue 7 in Thätigkeit und schiebt daher das Schaltrad p vor, dessen Rückdrehung durch einen zweiten Schaltkegel 2 verhindert wird. Der Vorschub ist dadurch veränderlich gemacht, dass der Angriffspunkt der Exzenterstange x mit dem Hebel z auf einer in diesem Hebel liegenden Schraube, und durch diese verschiebbar, angebracht ist. Das Schaltrad p überträgt nun durch Zahnräder, wie die Zeichnung erkennen lässt, die Bewegung auf die unteren Rückwalzen. Von diesen geht dann durch Kegelräder bei g und h die Bewegung auf die oberen Walzen über, so dass sämmtliche vier Walzen gleichzeitig zur Wirkung kommen. Um mit diesem Gatter Blöcke von verschiedener Dicke verarbeiten zu können, ist eine Einrichtung getroffen, welche eine Annäherung der oberen Rückwalzen an die unteren gestattet. Damit jedoch diese Walzen sich auch noch den Unebenheiten des Blockes anschliessen, so müssen sie ausserdem eine gewisse Beweglichkeit erhalten, welche diesen Anschluss selbstthätig bewirkt. — Zu diesem Zwecke gehen die Zapfen der oberen Walzen durch Büchsen, welche am unteren Ende der Zahnstangen m m sitzen und in den vertikalen Kulissen q geführt werden. Die Verstellung der Walzen geschieht nun durch zwei Triebe, welche auf einer Welle e, Fig. 297, sitzend, in die Zahnstangen m m eingreifen und durch die Handräder H H mit gehöriger Zahnradübersetzung bewegt werden. Zur Erzeugung eines nachgiebigen Druckes können sodann mit den Handrädern H Gewichte P, welche auf Hebeln verschiebbar sind, verbunden werden. Um endlich während des Aufbringens des Blockes die oberen Druckwalzen in gehöriger Höhe zu halten, sind noch auf den Handradwellen bei 4 kleine Sperräder mit Sperrkegeln angebracht.

Mit Zugrundelegung dieser allgemeinen Anordnung sind für manche Fälle aus Bequemlichkeits- oder Nützlichkeitsgründen besondere Konstruktionen entstanden, von denen die wesentlichsten hier angeführt werden mögen. — Zunächst werden die Gatter zur Benutzung in Wäldern, an Ladeplätzen etc. oft transportabel eingerichtet, indem man das Gestell mit Achsen versieht, die von kleinen kräftigen Rädern aufgenommen werden [1]).

1) Exner, Bericht, S. 8. — Arbey Scierie, Taf. XI. u. XII.

Sodann sind die sogenannten Doppelbundgatter entstanden. Diese bestehen entweder aus einem Rahmen mit sehr langen Riegeln zur Aufnahme zweier Sägensysteme, oder aus zwei getrennten Gattern, die sodann in der Weise gekuppelt sind, dass sie von zwei um 180 Grad verstellten Krummzapfen einer Welle getrieben sich entgegengesetzt bewegen, wodurch eine Bewegungsausgleichung herbeigeführt wird. Zum Ausbalanziren des Gatters hat man auch wohl lange Hebel, an deren Enden die Gatter hängen, in Anwendung gebracht. Die Benutzung komprimirter Luft, welche zur Ausgleichung des Gattergewichtes in Vorschlag gebracht war, ist nicht in Aufnahme gekommen. Desgleichen haben die Einrichtungen, welche vermittelst Gelenk- oder Prismenführung in besonderen Bahnen eine Nachahmung der Bewegung einer Schrotsäge S. 264, oder Furnürsäge S. 267 herbeiführen sollten, keine Verbreitung gefunden. — Eigenthümliche Anordnungen bewirken ein Zersägen in der Weise, dass die, namentlich beim Schiffbau unentbehrlichen, krummen Hölzer geschnitten werden [1]). — Die Verbindung eines Gatters mit einer direkt angreifenden Dampfmaschine, die entweder über oder unter dem Gestell angebracht ist, hat sich bis jetzt nicht einbürgern können trotz der Vortheile, die in dem Wegfallen der Transmission liegen, weil man einer Dampfmaschine nicht die erforderliche Geschwindigkeit zu ertheilen sich getraute. Nachdem man aber neuerdings beginnt, Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit [2]) zu bauen, wird sich wohl die Aufmerksamkeit der Fabrikanten wieder auf diese einfachste und natürlichste Betriebsmethode lenken.

Die Vertikalgatter verlangen zur Aufstellung eine bedeutende Höhe und daher einen schweren, gut angeordneten Bau, damit die unvermeidlichen Erschütterungen denselben nicht in einem schädlichen Grade bewegen. Ausserdem wirkt die ungleiche Kraftvertheilung bei der Bewegung des Gatters schädlich auf die Regelmässigkeit ein. Hauptsächlich aus diesen Gründen werden die Gatter oft horizontal geführt (Horizontalgatter) und zwar entweder so, dass das Sägeblatt in der Horizontalebene liegt und der Klotz horizontal verschoben wird, oder so, dass ersteres vertikal liegt und der Klotz vertikal nach oben oder nach unten verschoben wird. Gewöhnlich hat die Säge nur ein Blatt, das sich aber mit grösserer Geschwindigkeit als das Vertikalgatterblatt bewegen und sowohl vorwärts als rückwärts schneiden kann. Namentlich sind die Horizontalgattersägen zum Furnürschneiden sehr geeignet [3]). —

Auch hat man neuerdings die Gatter schräg aufgestellt, d. h. unter einem Winkel von 75 bis 80 Grad gegen den Horizont nach vorn über geneigt, weil der schräge Schnitt günstiger ist, als der normale [4]).

Bei den Gattersägen treten verschiedene Geschwindigkeits- und Bewegungsgrössen zur gemeinschaftlichen Wirkung zusammen und bestimmen daher wesentlich den Arbeitsverbrauch derselben. Daher mögen hier schliesslich die wichtigsten hierauf bezüglichen Daten zusammengestellt werden.

Was zunächst den Hub H anbetrifft, so beträgt derselbe bei den alten Mühlen 400 bis 580 mm., bei den neueren dahingegen 600 bis 800 und mitunter 1000 mm.

---

1) Prakt. Masch.-Konstr., 1871. S. 100. — Polyt. Centr., 1874. S. 639. 2) Radinger, Dampfmasch. mit hoher Kolbengeschw. 2. Aufl. Wien 1872. 3) Hütte, 1855. Taf. 11; 1865. Taf. 24; 1867. Taf. 27. — Wiebe, Skizzenb., Heft 12. Taf. 3; 1869. Heft 64, Taf. 1 u. 2. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 4. Taf. 27. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1862. S. 466; 1863. S. 145 u. 535; 1865. S. 32. 4) Prakt. Masch.-Konstr., 1873. S. 31. — Polyt. Centr., 1872. S. 677 u. 1428.

Die Zahl der Schnitte bei den alten Mühlen war etwa 80 bis 120 in der Minute, während bei den Mühlen neuerer Bauart 130 bis 150 (selbst 200 bei sehr weichem Holze) angenommen werden können.

Die Geschwindigkeit der Säge pro Sekunde ergiebt sich hieraus für die älteren Mühlen zu 1,5 bis 1,8 m., für die neueren zu 3,75 bis 5,33 m. — Sehr stark und fest gebaute Maschinen arbeiten wohl mit einer Geschwindigkeit von 6,16 m.

Der Vorschub des Wagens richtet sich lediglich unter sonst gleichen Umständen nach der Geschwindigkeit der Säge und der Beschaffenheit des Holzes und kann für gewöhnlich zu 1,5 bis 12 mm. angenommen werden. Bei sehr weichen Hölzern lässt er sich wohl auf 18 mm. steigern.

Bei Horizontalgattern beträgt der Hub 520 bis 680 mm. und die Zahl der Züge 150 bis 300, also 300 bis 600 Schnitte, so dass eine Geschwindigkeit von 3,4 bis 3,5 m. pro Sekunde, mit einem Klotzvorschub von 1 bis 6,5 mm. pro Schnitt entsteht. An Horizontal-Furnürschneidsägen mit vertikalem Vorschub kann man als Anhaltspunkte wählen für den Hub etwa 600 mm., als Zahl der Schnitte pro Minute 200 bis 250; dies entspricht einer Geschwindigkeit von 2 bis 2,5 mm. pro Sekunde, der Vorschub beträgt dann 0,5 bis 1 mm.

Diese Leistung lässt sich aber leicht steigern auf 600 Schnitte mit 470 mm. Hubhöhe, wodurch eine Geschwindigkeit von 4,7 m. entsteht. Der Vorschub beträgt in diesem Falle 0,66 mm.[1])

Für die Beurtheilung der Leistungsfähigkeit[2]) der Säge kann nur das Arbeitsprodukt dienen, also in diesem Falle die von einer Säge in einer bestimmten Zeit hergestellte Schnittfläche F, so dass diejenige Säge als die beste gelten muss, welche eine gewisse Schnittfläche mit dem geringsten Arbeitsaufwand erzeugt. Diese Fläche F ist das Produkt aus der Hubzahl n, dem Vorschub s und der Holzdicke d, also

$$F = n \,.\, s \,.\, d.$$

Ist N_2 die für Erzeugung dieser Fläche erforderliche Arbeit und N_1 die Arbeit des Leerganges, so ist die Gesammtarbeit

$$N = N_1 + N_2$$

pro Stunde, wenn n die Hubzahl pro Stunde ist. Bringt man nun die den Widerstand bezeichnenden Koeffizienten an, die je nach der Holzart und auch der Maschinenkonstruktion verschieden sind und durch Versuche bestimmt werden müssen, so lässt sich nach Hartig die Arbeitsformel für eine Säge mit Seitengatter zum Abschwarten aufstellen:

$$N = 0{,}83 + (\alpha + \frac{\beta}{z})\ F,$$

worin F die Schnittfläche pro Stunde in Quadratmetern und z die Zuschiebung bedeutet. Die Werthe der Koeffizienten α und β sind

für Fichtenholz $\alpha = 0{,}046$, $\beta = 0{,}330$,
für Eschenholz $\alpha = 0{,}052$, $\beta = 0{,}376$.

Da bei einem Bundgatter die Widerstände nicht der Zahl der Sägen proportional wachsen, sondern in einem langsameren Verhältniss, so liegt der Vortheil der Gatter mit mehreren Sägen in Bezug auf den Kraftverbrauch nahe. Hierüber angestellte Versuche ergaben folgende Resultate: Bei 4 Sägen erhielt man pro Stunde und Pferdestärke 3,19 □ m. Schnittfläche,
« 6 « « « « « « « 4,90 « «
« 11 « « « « « « « 5,21 « «

1) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1864. S. 541. 2) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1862. S. 269. — Hartig, Leistung u. Arbeitsverbr. d. Werkzeugmasch., S. 10 u. 61.

Bei 12 Sägen erhielt man pro Stunde und Pferdestärke 6,62 □ m. Schnittfläche
« 15 « « « « « « « 4,98 « «
« 18 « « « « « « « 3,78 « «
Die Tabelle zeigt eine Zunahme der Leistung bis auf 6,62 □ m. bei 12 Sägen, und hier allerdings die Grenze.

Nach Hartig's Versuchen ist der Arbeitsverbrauch bei Gattersägen für lufttrockenes Fichtenholz pro 1 Quadratmeter Schnittfläche in der Stunde

$$a = 0{,}046 + 0{,}224 \frac{H \cdot s}{z},$$

wenn H = Hubhöhe in Meter, s = Schnittbreite in mm. und z = Vorschub in mm. ist. — Wird die Leergangsarbeit mit N_1 bezeichnet, so ist die Gesammtarbeit für die Schnittfläche F in Pferdestärken

$$N = N_1 + a F.$$

B. **Ausschneidesägen** (Dekoupirsägen, Wippsäge, Scie à découper. *Jig saw, Scroll saw, Sweep-cutting saw, Gig saw*).[1]) Da die Bestimmung der Ausschneidesägen wesentlich darin besteht, aus Holzplatten nach vorgezeichneten Umrissen Figuren auszuschneiden, und zu dem Zwecke das Holz durch die Hand der Säge zugeführt wird, so muss letztere möglichst frei und so angeordnet sein, dass die Zeichnung von dem Arbeiter stets gesehen werden kann. Das Arbeitstück liegt daher auf einem Tisch, durch dessen Mitte die Säge geht, welche nun entweder in einen Rahmen eingespannt ist, dessen Steg ausserhalb des Tischrandes liegt, oder in zwei vertikale Schieber, wovon der eine über, der andere unter dem Tisch sitzt. Der Rahmen, welcher nichts weiter als ein grosses Laubsägegestell ist, bekommt dann eine vertikale Prismenführung und die Arbeitsbewegung durch einen Fusstritt, während Federn den Rückgang bewirken. — Hängt die Säge an zwei Schiebern, so erhält der untere von einem Fusstritt, oft mit Unterstützung von Kurbel und Schwungrad, die niedergehende, schneidende Bewegung (Scie à pedale); der obere Schieber wird sodann nach dem Schnitt durch eine Feder in die Höhe geschoben. — Beim Ausschneiden dicker Hölzer wird die Ausschneidesäge auch wohl mit Elementarkraft betrieben. — Die Einrichtung, die Säge in eine schwingende Gabel zu spannen, kann wegen der Bogenbewegung der Säge nur für sehr dünne Hölzer angewendet werden, es sei denn, dass man die Gabelenden mit Kreissegmenten ausstattet, welche eine Geradführung veranlassen.

2. **Bandsägemaschinen** (Scierie à lame sans fin, Scie sans fin, Scierie à ruban; *Endless saw, Belt saw, Strap saw, Ribbon saw*).[2]) Die geradlinige ununterbrochene Bewegung dieses Sägeblattes, hervorgebracht durch eine rotirende Bewegung, so dass die Geschwindigkeit der Säge konstant ist, im Verein mit der grossen Einfachheit in der Konstrucktion, lassen die Bandsägemaschine nicht nur als die mechanisch vollkommenste, sondern

---

1) Hütte, 1863. Taf. 24 u. 25. — Richards, Wood-working Machines, S. 175. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 14. Taf. 26. — Prakt. Masch.-Konstr., 1868. S. 195; 1869. S. 13 u. 379; 1870. S. 13. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1870. S. 97. — Polyt. Centr., 1855. S. 1476; 1861. S. 1390; 1863. S. 528; 1864. S. 1267; 1871. S. 1027; 1872. S. 708; 1873. S. 680. — Dingler's Journ., Bd. 196. S. 170; Bd. 173. S. 83 u. 84; Bd. 196. S. 469. 2) Hütte, 1858. Taf. 21. — Richards, Wood-working Machines, S. 149. — Exner, Bericht, S. 12. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 5. Taf. 11; Bd. 15. Taf. 22; Bd. 17. Taf. 6. — Wiebe, Skizzenb., Heft 7. Taf. 3; Heft 64. Taf. 4. — Prakt. Masch.-Konstr., 1869. S. 13; 1871. S. 256; 1872. S, 37; 1873. S. 357; 1874. S. 128. — Polyt. Centr., 1861. S. 985; 1862. S. 1274; 1869. S. 769; 1870. S. 748 u. 1026; 1872. S. 505; 1873. S. 849; 1874. S. 229, 919 u. 947. — Dingler's Journ., Bd. 161. S. 13; Bd. 165. S. 98; Bd. 168. S. 251; Bd. 185. S. 322; Bd. 187. S. 131; Bd. 195. S. 412; Bd. 198. S. 90; Bd. 213. S. 80 u. 193; Bd. 217. S. 17.

auch für eine ausserordentliche Menge von Arbeiten in Holz als die zweckmässigste erscheinen, woraus sich ihre schnelle Einführung und grosse Verbreitung ergiebt.

Das Blatt dieser Sägemaschine hat zunächst eine bedeutende Länge, nämlich 5 bis 9 m., damit es als Band ohne Ende über Triebscheiben von sehr grossem Durchmesser laufen und noch zwischen diesen Scheiben genügend frei bleiben kann. Der Biegsamkeit halber ist das Blatt zwar möglichst dünn zu wählen; der Festigkeit wegen, und wenn die Verwendung der Säge als Laubsäge nicht das Gegentheil verlangt, macht man es dünn, aber ziemlich breit. Für Laubsägen ist die Breite mitunter kaum 10 mm. An Sägen mit Fussbetrieb übersteigt sie nicht 25 mm., während für Elementarkraftbetrieb für Brettsägen 85 bis 100 mm. angenommen werden muss. Die Zähne stehen sämmtlich nach einer Richtung und bilden rechtwinklige oder stumpfwinklige Dreiecke mit entsprechendem Schrank und Zahnlücke. Die Zahl derselben oder ihre Theilung richtet sich nach der Grösse der Säge, da letztere sowohl zum Ausschneiden dünner Holzplatten als zum Bretterschneiden gebraucht wird. Wesentlich ist die Grösse der Triebscheiben, weil hiervon die Haltbarkeit der Säge, so weit sie von dem stäten Biegen abhängt, zum Theil bedingt wird, indem grosse Scheibendurchmesser hierfür bedeutend günstiger sind als kleine.

Für Sägen bis etwa 25 mm. Breite erhalten die Scheiben zweckmässig einen Durchmesser von mindestens 700 mm., während derselbe für grosse Sägen auf das Doppelte, 1400 mm. steigen muss.

Die Säge ist wegen ihrer geringen Dicke, und damit sie von den Scheiben gehörig mitgenommen wird, mit einer Spannvorrichtung zu versehen — weshalb sie zu den Spannsägen gehört. — Diese Spannung wird durch Verstellen einer, gewöhnlich der oberen Scheibe bewerkstelligt, die auch mitunter horizontal verschiebbar ist, um das Blatt unter einem spitzen Winkel gegen den horizontalen Sägetisch treten zu lassen. Diese obere Scheibe wird oft durch Gegengewichte oder Federn getragen, die so bemessen sind, dass sie die Spannungsdifferenzen, die z. B. durch Warmlaufen in der Säge entstehen, ausgleichen.

Zur Vermeidung des Abgleitens der Säge von der Scheibe, in Folge des Druckes des Arbeitsstückes gegen die Zähne, besitzen die Scheiben einen seitlichen Rand; und um ein Gleiten zwischen Säge und Scheibenfläche zu verhindern, werden die Scheiben oft mit Kork, Leder oder Kautschuk bekleidet.

Das Arbeitsstück muss zur richtigen Ausnutzung der Säge ununterbrochen vorgeschoben werden. Gewöhnlich wird der Vorschub durch den Arbeiter vorgenommen, der das Holzstück, welches auf dem zwischen den Scheiben sich befindenden Tische liegt, nach der aufgezeichneten Linie gegen das Sägeblatt bewegt. In manchen Fällen findet jedoch auch ein selbstthätiger Vorschub Statt, z. B. wenn lange gerade Schnitte, wie beim Brettschneiden, vorkommen.

Bei den Bandsägen sind zwei Systeme zu unterscheiden, je nachdem nämlich das Blatt über zwei vertikal über einander sitzende Führungsräder geht, oder über drei, wovon zwei vertikal über einander und das dritte in derselben Ebene seitwärts sitzt.

Beide Systeme werden sowohl für den Handbetrieb als den Maschinenbetrieb konstruirt. Zum Handbetrieb wird das erste System mit Fusschemel, Zugstange, Kurbelwelle, Sägescheibenwelle und Schwungrad versehen, das zweite nur mit einer Handkurbel an der dritten Führungsscheibe ausgestattet, welche durch ihren grossen Durchmesser nicht nur als Schwungrad

dient, sondern auch direkt die genügende Geschwindigkeit erzeugt. Zum Betriebe mit Elementarkraft dienen Riemscheiben, die auf der Welle der unteren Sägescheibe sitzen.

Zur näheren Erläuterung der Bandsägemaschinen mögen in Folgendem zwei derselben beschrieben werden.

In Fig. 299 und 300 ist eine Bandsäge des ersten Systems für Riemenbetrieb in zwei Ansichten dargestellt. Das Blatt ohne Ende $a\,a_1$ läuft über die zwei Scheiben B und C, wovon die untere C vermittelst der Riemenscheibe F direkt in Drehung versetzt wird, und wovon die obere B durch die Sägespannung mitgenommen wird. Zur Hervorbringung dieser Spannung befinden sich die Lager n n der oberen Scheibenwelle o in einem Schieber D, der in Prismenführungen des Gestells G gleiten kann und durch die vertikale Schraube s, vermittelst eines Handrades h, verstellt und festgehalten wird. Um hierbei ein Ueberspannen zu vermeiden, ruht die Schraube mit einem Querstück a, Fig. 300, auf zwei Spiralfedern i i, die zugleich die oben erwähnte Nachgiebigkeit der oberen Sägescheibe erzeugen.

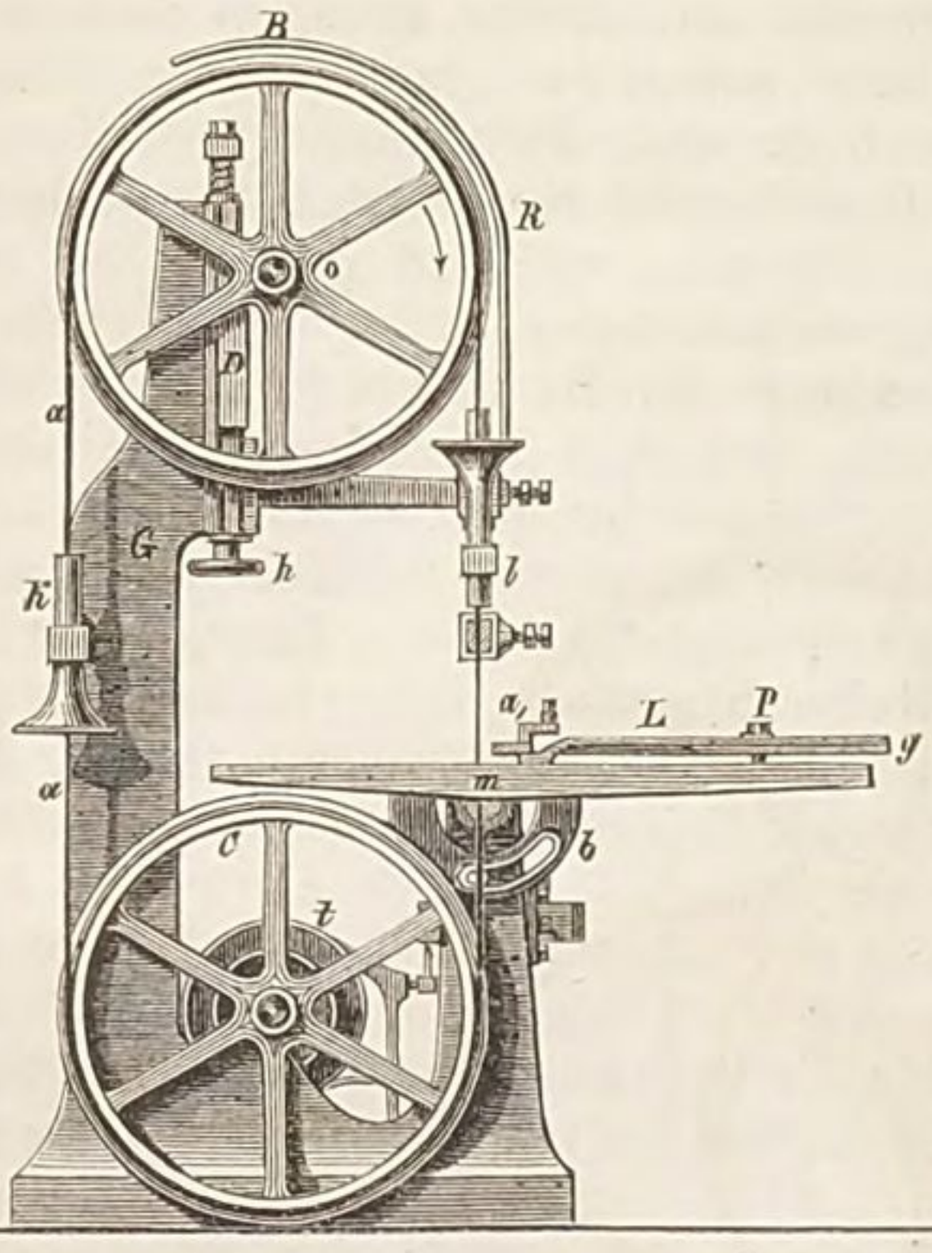


Fig. 299.

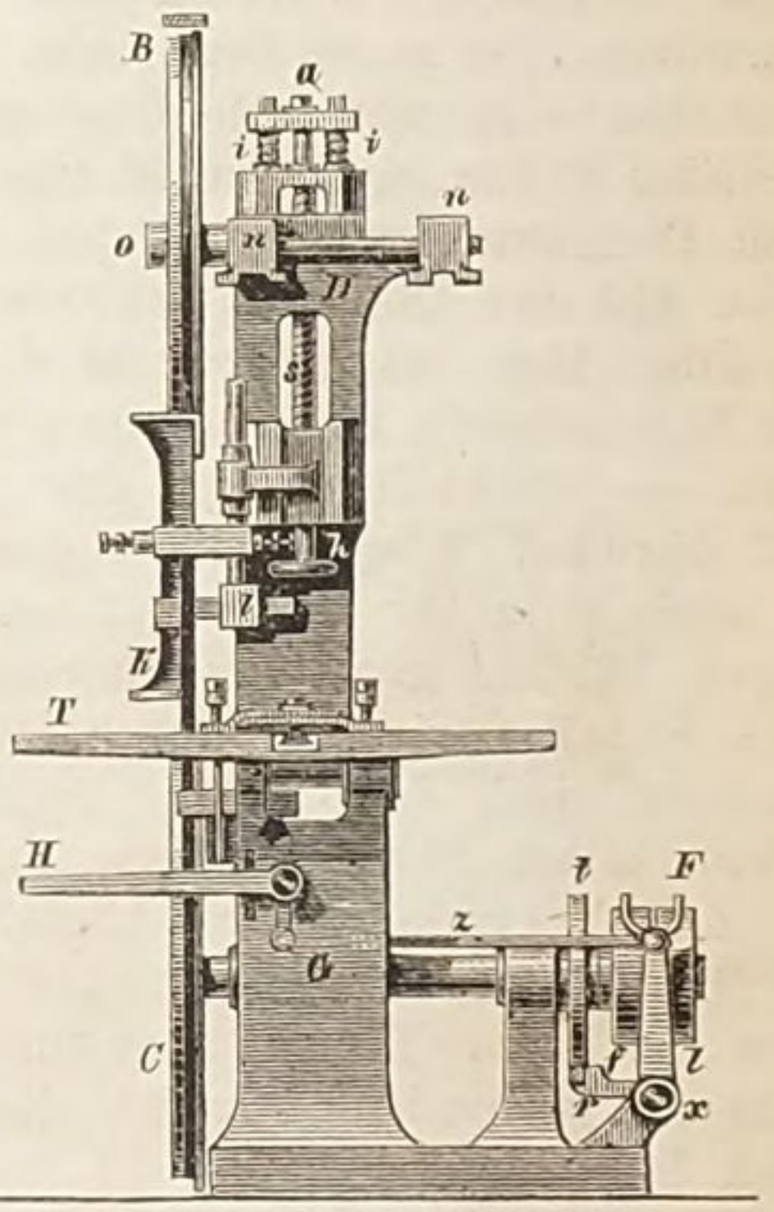


Fig. 300.

Das Arbeitsstück liegt auf dem Tisch T, der mit einem Anschlag g zur Führung desselben und behufs Schrägschneidens zum Kippen um den Punkt m eingerichtet ist. Ein in Grade getheilter Bogen b dient zum Einstellen und Festhalten des Tisches. Da bei der grossen Geschwindigkeit der Bandsäge leicht ein Schlottern derselben eintritt, so sind an den beiden Stellen k und l Führungsstücke angebracht, die ausserdem ein Ablaufen der Säge verhüten und dem Arbeiter bei einem etwaigen Zerreissen des Sägebandes Schutz gewähren sollen; zu letzterem Zwecke sind übrigens Schutzrinnen R, Fig. 299, angebracht, unter welchen die Sägen laufen. Die Ein- und Ausrückung geschieht durch den Riemenführer bei F, der vermittelst des Handhebels H und Zugstange Z um den Zapfen x bewegt wird. Mit dieser Rückung erfolgt zugleich das Lösen oder Anziehen eines Bremsklotzes r, der auf die Bremsscheibe t einwirkt, und unmittelbar nach

dem Auslösen des Betriebsriemens das sonst sehr lange dauernde Nachlaufen aufhebt.

Die nebenstehende Fig. 301 zeigt eine Bandsäge nach dem zweiten System und zugleich mit einer Einrichtung zum Handbetrieb. Das 5 m. lange Sägeblatt A läuft hier über die drei Scheiben B C D, wovon B und C die eigentlichen Führungsscheiben und D die Spannungs- und Betriebsscheibe bedeutet. Zum Zweck der Spannung liegt die Scheibe D in einem, durch die Schraube a verschiebbaren horizontalen Schlitten b, und zum Zwecke des Antriebs ist bei K ein Handgriff in eine Radspeiche eingeschraubt; die Antriebsscheibe dient auch zugleich als Schwungrad. Da jedoch die Scheiben B und C ebenfalls verstellbar sind und zwar C horizontal in einem Schlitze des Gestells G, B aber horizontal mit dem Arm F und vertikal in einem Schlitz dieses Armes, so hat man es nicht nur in der Hand, beide Leitscheiben je nach der Dicke des Arbeitsstückes in verschiedene Entfernungen zu bringen, sondern man kann die Achsen aus der Vertikallinie rücken und somit zum Schrägschneiden die Säge gegen den Tisch G neigen. Zur Führung der Säge sind dann noch zwei Rollen r r (aus vulkanisirtem Kautschuk) angebracht, welche an einem Schieber sitzen und daher je nach Bedürfniss höher und tiefer gestellt werden können.

Da sich mit einem schmalen Bandsägeblatt leicht Ausschnitte nach krummen Linien erzeugen lassen, so ist die Bandsäge zugleich die vorzüglichste Ausschneidsäge.

Manche Nebentheile, die eine sichere Führung des Arbeitsstückes ermöglichen, erleichtern oft die Arbeit der Bandsäge. Dazu gehören verschiedene Lineale und Anschläge, die auf dem Tisch in Nuthen verschiebbar befestigt sind, wie in Fig. 299 bei L sichtbar ist. — Richtet man hierbei das Lineal so ein, dass es das Arbeitsstück festhält, sich aber mit demselben um einen verlegbaren Punkt P dreht, so wird das Arbeitsstück bogenförmig zugeschnitten (Rundschneidapparat für Radfelgen, Fassböden, Möbeltheile u. s. w.).

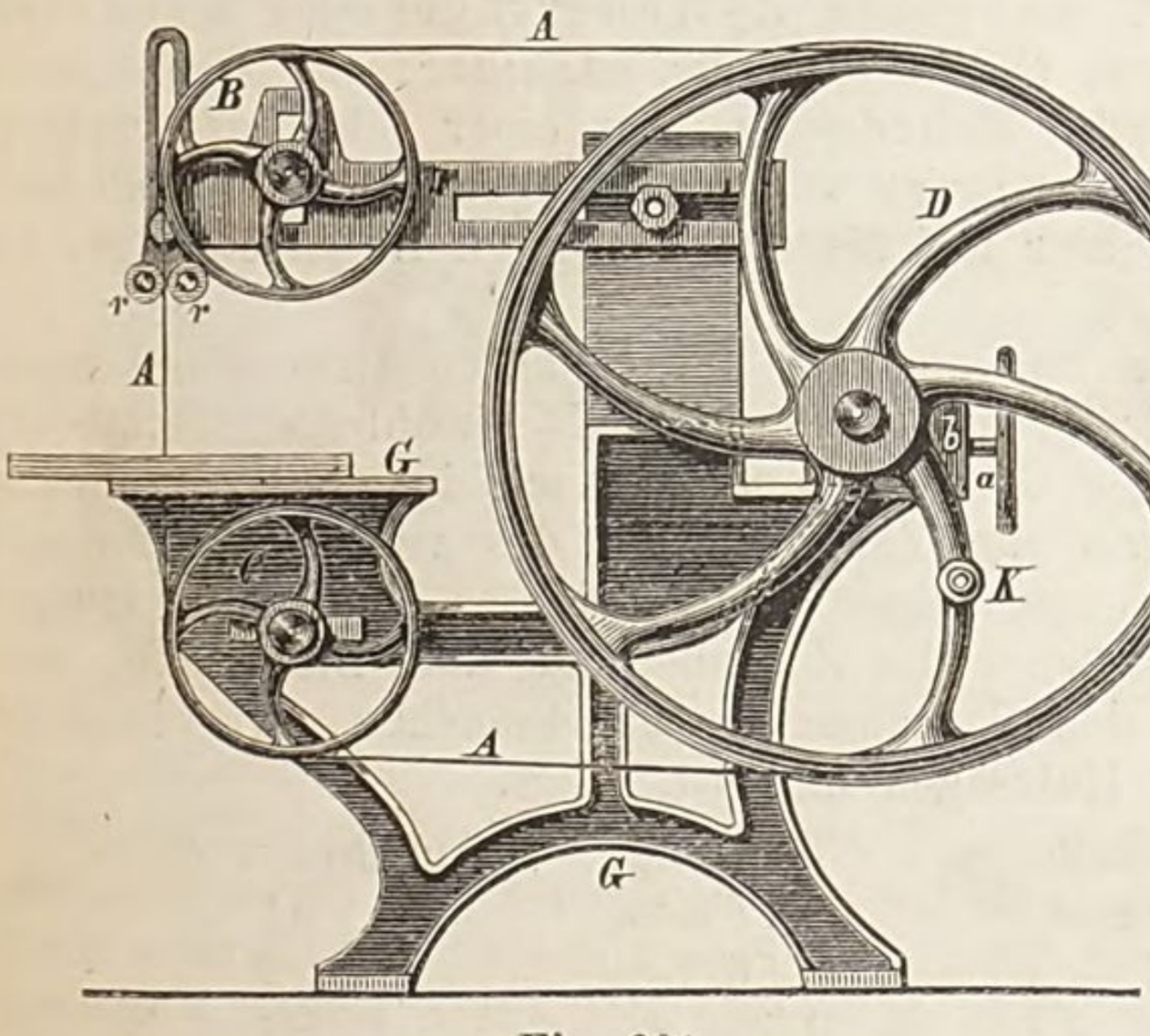


Fig. 301.

Die Geschwindigkeit, welche man den Bandsägen giebt, ist stets eine sehr grosse. Gewöhnlich beträgt sie bei Dampfbetrieb 10 bis 12 m. und bei Handbetrieb 3 bis 5 m. in der Sekunde. Der Vorschub kann durchschnittlich $^1/_{250}$ der Sägengeschwindigkeit, also 40 bis 48 mm. genommen werden, wenn weiche Holzklötze von etwa 220 mm. Höhe geschnitten werden sollen.

Aus dieser Geschwindigkeit resultirt ein Arbeitsquantum von durchschnittlich 35,6 Quadratmeter pro Stunde, wenn Unterbrechungen nicht mitgerechnet werden.

Bei dünnem Holz kann sowohl Sägengeschwindigkeit als Vorschub noch bedeutend, nämlich um das Doppelte, gesteigert werden.

In Bezug auf den Arbeitsverbrauch kann man nach Hartig's Versuchen pro □ m. Fläche und Stunde in Pferdestärken nehmen:

$$a = 0{,}037 + \frac{326\,s}{10^7\,q} \text{ für Fichtenholz,}$$

$$a = 0{,}052 + \frac{412\,s}{10^7\,q} \text{ für Eichenholz,}$$

$$a = 0{,}062 + \frac{485\,s}{10^7\,q} \text{ für Rothbuchenholz,}$$

wenn s die Schnittbreite und q das Verhältniss zwischen Sägengeschwindigkeit und Vorschub ausdrückt.

Eine Vergleichung dieser Leistung mit der einer Gattersäge ergiebt einen bedeutenden Vortheil zu Gunsten der Bandsäge. — In einzelnen Fällen wird auch die Bandsäge zum Abschneiden des Eisens benutzt, wobei sie mit einer Geschwindigkeit von 1,25 m. pro Sekunde, schmiedeiserne Platten bis 100 mm. zu zerschneiden im Stande ist [1]).

3. **Rotirende Sägen.** Bei diesen Sägen befinden sich die Zähne in einer Kreislinie, welche sich um ihren Mittelpunkt dreht. Dabei stehen sie entweder in der Ebene der Kreislinie oder in einer Zylinderfläche, welche durch die Kreislinie festgelegt ist, so dass sie im ersten Falle ebene, im zweiten Falle zylindrische Flächen erzeugen. Die erste Gattung heisst kurzweg Kreissäge oder Zirkularsäge [Scierie à lame circulaire, Scie circulaire, *Circular saw*] [2]), die zweite Zylindersäge oder Kronsäge (Scie cylindrique, *Crown-saw*, *Cylindrical saw*, *Annular saw*, *Drum saw*). In Rücksicht darauf, dass die Zylindersäge nur einer sehr beschränkten Anwendung, z. B. bei der Anfertigung von Fassdauben (*Washing-tub saw*) fähig ist, mag es genügen, hier auf die unten zitirten Beschreibungen zu verweisen [3]).

Das Blatt der Kreissäge ist wegen der ausgedehnten Anwendung dieser Säge sowohl für kleine als grosse Arbeiten und sowohl für Metall- als Holzarbeiten nicht nur in der Grösse, sondern auch in der Verzahnung sehr verschieden. Die Form der Zähne ist die des recht- und stumpfwinkligen Dreiecks, bei grossen Sägen nach Art der Wolfszähne ausgearbeitet. Im Allgemeinen wächst die Zahntheilung und Blattdicke, also auch die Schnittbreite mit dem Durchmesser der Scheiben, wie folgende Tabelle, welche jedoch nur Holzsägen umfasst, zeigt.

Durchmesser.	Blattdicke.	Theilung.	Anzahl der Zähne.
65 mm.	0,50 mm.	2,17 mm.	94
75 «	0,47 «	2,56 «	92
108 «	0,50 «	3,53 «	96
124 «	0,81 «	5,00 «	78

1) Dingler's Journ., Bd. 185. S. 322; Bd. 198. S. 90. 2) Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. I. S. 263 u. 657. — Petzoldt, Fabr. von Eisenbahn-Material., S. 15. Taf. 1. — Exner, Bericht, S. 16. — Richards, Wood-working Machines, S. 127. — Hütte, 1857. Taf. 16; 1864. Taf. 34; 1867. Taf. 18. — Wiebe, Skizzenb., Heft 12. Taf. 1 u. 2; Heft 64. Taf. 3; Heft 69. Taf. 2; Heft 83. Taf. 3, 4 u. 5. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 16. Taf. 10. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 76 u. 172; 1871. S. 211 u. 231; 1872. S. 216; 1873. S. 13 u. 27; 1874. S. 27 u. 343. — Polyt. Centr., 1858. S. 1328; 1869. S. 375; 1874. S. 111. — Dingler's Journ., Bd. 134. S. 15; Bd. 169. S. 248; Bd. 181. S. 342; Bd. 186. S. 285; Bd. 191. S. 1; Bd. 192. S. 24. 3) Exner, Bericht, S. 18 u. 53.

Durchmesser.	Blattdicke.	Theilung.	Anzahl der Zähne.
155 mm.	0,80 mm.	4,77 mm.	102
257 «	1,00 «	5,24 «	154
350 «	1,50 «		
450 «	2,00 «		
550 «	2,50 «		
700 «	3,00 «		
1100 «	3,50 «		

Bei den Kreissägen über 300 mm. Durchmesser liegt die Theilung zwischen $^1/_{30}$ bis $^1/_{20}$ des Durchmessers mit ausserordentlichen, ziemlich regellosen Schwankungen.

Für Arbeiten in Metall haben die Kreissägen gewöhnlich nur 50 bis 100 mm. Durchmesser, 1 mm. Dicke und eine Theilung von 1 bis 2 mm. Ausnahmsweise erhalten sie auch wohl 400 bis 1500 mm. Durchmesser und dann 5 bis 6 mm. Dicke und eine Theilung von 12 bis 35 mm.

Die Kreissägemaschinen werden ebensowohl für Menschenkraft als Elementarkraft eingerichtet, aber stets so, dass die Säge eine sehr grosse Geschwindigkeit erhält. In diesen Maschinen sitzt die Säge auf einer Welle (Spindel), welche durch Fusstritt mit Schwungrad und Riemenübertragung, oder bei Anwendung von Elementarkraft direkt durch passende Riemenübertragung in Drehbewegung versetzt wird.

In Fig. 302 und 303 ist eine Kreissäge mit Elementarkraftbetrieb zum Holzsägen dargestellt, welche die allgemeine Anordnung, die im Ganzen sehr einfach ist, zeigt. Das Sägeblatt a sitzt zunächst auf der Sägewelle b, welche durch die feste Riemscheibe f in Bewegung gesetzt wird. Das

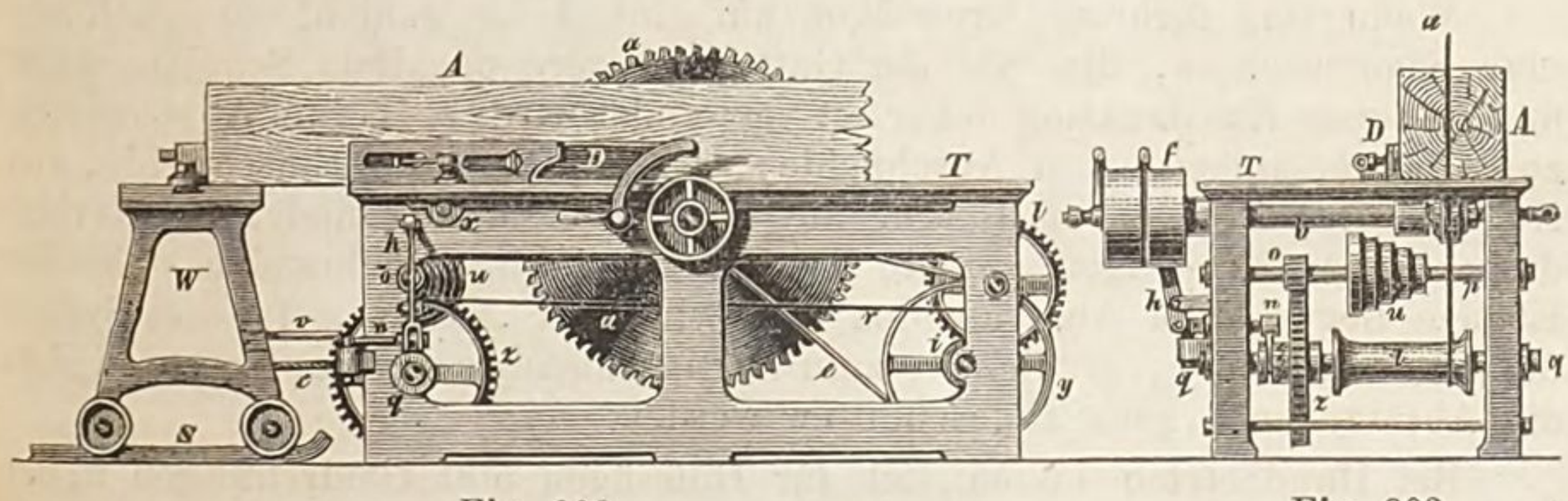


Fig. 302. Fig. 303.

Arbeitsstück A liegt zum Theil auf dem Maschinentisch T, zum Theil auf *zwei* Wagen W (wovon der zweite, der nicht gezeichnet ist, sich an dem anderen Ende der Maschine befindet), die mit vier Rollen auf den eisernen *Schienen* S laufen. Der Vorschub des Holzes A, also die Schaltbewegung, geschieht durch ein entsprechendes Vorwärtsbewegen des Wagens W vermittelst einer Schnur c, welche sich auf die Seiltrommel t aufwickelt. Diese Seiltrommel dreht sich mit Hilfe des Zahnrades z, welches durch das Trieb o auf der Welle o p in Bewegung gesetzt und vermittelst einer bei n sichtbaren Klauenkupplung mit der Seiltrommelwelle q q gekuppelt wird. — Die Welle o p endlich trägt Stufenscheiben u, über die ein Riemen r läuft, der durch entsprechende Stufenscheiben auf der Welle des Rades l die Bewegung erhält, während diese Welle durch das Zahnrad l und das Trieb i vermittelst der Riemscheibe y und des Riemens e von der Sägewelle b aus bewegt wird, so dass zwischen Vorschub- und Sägegeschwindigkeit ein direkter Zusammenhang besteht. Der sicheren Führung des Arbeitsstückes

wegen liegt auf dem Tische T ein eiserner Anschlag D, welcher auf einer Querstange x verschiebbar und durch eine Klemmschraube feststellbar ist, um nach jedem Schnitt um die abgeschnittene Dicke vorgeschoben zu werden, wenn mit dieser Sägemaschine Bretter geschnitten werden sollen. Die Ausrückung der Schaltbewegung durch die Lösung der Kupplung geschieht entweder durch den Handhebel h oder selbstthätig in dem Augenblicke, wo der Wagen W das Ende des Weges erreicht hat, dadurch, dass dieser Wagen mit einer Stange v gegen den Ausrückhebel wirkt.

Die vorstehend beschriebene Kreissägemaschine kann bei einer grossen Anzahl von Arbeiten der selbstthätigen Schaltbewegung entbehren, weil dann die Führung des Arbeitsstückes der Arbeiterhand anvertraut wird; dadurch reduzirt sich die ganze Maschine auf die Spindel b mit der Säge und dem Antrieb durch die Riemenscheiben. In dieser einfachsten Gestalt findet die Kreissäge am häufigsten Verwendung, namentlich auch im Walde. Mitunter erhält die Säge sowohl die Arbeits- als auch die Schaltbewegung, besonders in dem Falle, wo das Arbeitsstück schwer transportabel ist: beim Querabschneiden langer Balken zum Abgleichen in Sägemühlen, zum Entfernen der Wurzeln und Zopfenden von den Stämmen und dergleichen mehr. Dann erhält die Sägewelle zweckmässig ihr Lager in einem schwingenden Rahmen, der mit der Hand dem Arbeitsstück zugeschoben wird [Balanzirsäge, Pendelsäge, schwingende Säge, *Radius cross-cut saw machine* [1])].

Diese Balanzirsägen finden auch zum Abschneiden von rothglühenden Eisentheilen Anwendung, um diese auf gleiche Längen zu bringen, z. B. beim Abgleichen (araser) von Eisenbahnschienen etc. [2])

Wenn man mehrere Kreissägen auf eine Achse schiebt, so erhält man eine Sägemaschine, die wie ein Gatter mehrere parallele Schnitte macht und in dieser Konstruktion daher oft verwendet wird, z. B. zum Abschwarten, zum Brettersäumen, zum Anschneiden von Zapfen, zum Einschneiden von Nuthen etc. Eine ebenfalls sehr nützliche Verwendung findet die Verbindung zweier Kreissägen, die in zwei rechtwinklig aufeinander stehenden Ebenen liegen, zum Ausschneiden rechtwinkliger Absätze. Ist dies System doppelt angeordnet, so dient es zum Fertigschneiden von Zapfen etc., indem die Absätze auch quer abgeschnitten werden.

Bei Handbetrieb lassen sich für Holzsägen 500 Umdrehungen in der Minute noch leicht erreichen, so dass die Sägengeschwindigkeit bei 100 mm. Durchmesser 2,61 m., bei 200 mm. Durchmesser 5,23 m. pro Sekunde beträgt. — Bei Anwendung von Elementarkraft ist die Geschwindigkeit noch bedeutend zu steigern, jedoch auch von der Dicke des Arbeitsstückes und der Materialbeschaffenheit abhängig. Hat das Arbeitsstück eine Dicke von etwa 250 bis 350 mm., so kann die Peripheriegeschwindigkeit der Säge 6 bis 11 m. pro Sekunde betragen, bei dünneren Arbeitsstücken auf 15 bis 18 m., für sehr weiche Hölzer selbst auf 35 m. steigen. Der Holzvorschub, welcher natürlich ununterbrochen erfolgt, steht in einem gewissen Verhältniss zur Sägengeschwindigkeit und beträgt gewöhnlich $^1/_{500}$ bis $^1/_{300}$ derselben, bei sehr weichem Holze aber sehr viel mehr, nämlich wohl $^1/_{50}$ bis $^1/_{25}$.

---

1) Hesse, Werkzeugmasch., S. 214. — Wiebe, Skizzenb., Heft 83. Taf. 3 u. 4. — Richards, Wood-working Machines, S 148. — Prakt. Masch.-Konstr., 1871. S. 173.
2) Petzoldt, Fabrik. von Eisenbahnmat., S. 15. Taf. 1. — Hütte, 1859. Taf. 12. — Wiebe, Skizzenb., Heft 19. Taf. 6. — Prakt. Masch.-Konstr., 1873. S. 72. — Dingler's Journ., Bd. 169. S. 110. — Polyt. Centr., 1863. S. 646; 1864. S. 1555.

Metallkreissägen haben, nur die kleinsten ausgenommen, stets Elementarkraftbetrieb und sehr grosse Geschwindigkeit. Bei einem Durchmesser von etwa 1,5 m. besitzen sie eine Geschwindigkeit von 60 bis 80 m. pro Sekunde bei 1000 bis 2000 Umdrehungen in der Minute.

Der Arbeitsverbrauch N einer Kreissäge setzt sich auch aus Leergangsarbeit N_1 und Nutzarbeit N_2 zusammmen. Die Leergangsarbeit für Holzsägen ist nach Hartig's Versuchen proportional der Umdrehzahl u und dem Sägendurchmesser D, die Nutzarbeit proportional der Schnittfläche und der Schnittbreite s und umgekehrt proportional dem Quantum der Späne, demnach also:

$$N_1 = \frac{u\,D}{8\,.\,10^5} \text{ und } N_2 = \frac{s\,F}{1000\,v}$$

wenn u die Umdrehzahl pro Minute, D den Sägendurchmesser und s die Schnittbreite in Millimeter, F' die stündliche Schnittfläche in Quadratmeter und v das Quantum Späne pro Stunde und Pferdestärke bedeutet, wobei anzunehmen ist:

$v = 0{,}014$ Kubikmeter bei harten Hölzern (Esche, Eiche, Buche),

$v = 0{,}028$ Kubikmeter bei weichen Hölzern (Fichte, Erle),

oder demnach die Gesammtarbeit

$$N = \frac{u\,.\,D}{8\,.\,10^5} + \frac{s\,.\,F}{14} \text{ für harte Hölzer,}$$

$$N = \frac{u\,.\,D}{8\,.\,10^5} + \frac{s\,.\,F}{28} \text{ für weiche Hölzer.}$$

Für Kreissägen zum Durchschneiden von Eisen und Stahl in rothwarmem Zustande fand Hartig [1]), dass der Arbeitsverbrauch in Pferdestärken ausgedrückt werden kann durch

$$N = 0{,}62 + a\,F$$

wenn F dann die pro Stunde beobachtete Schnittfläche in Quadratmeter bedeutet, wobei der Arbeitsverbrauch a für 1 □m. Fläche pro Stunde festgestellt wurde:

für rothwarmes Eisen $a = 7{,}56$ Pferdestärken.

für rothwarmen Stahl $a = 10{,}9$ Pferdestärken.

G. Fräsen und Fräsmaschine [2]).

Wird ein Arbeitsstück in tangentialer Richtung an einer Kreissäge vorbeigeführt, so erhält dasselbe eine Furche, deren Tiefe von der Grösse abhängt, bis zu welcher die Säge eintritt. Man kann also auf diesem Wege schmale Einschnitte mit sehr grosser Sicherheit, Genauigkeit und Geschwindigkeit herstellen. Deshalb liegt es auch nahe, zur Hervorbringung breiter Einschnitte in derselben Weise dickere Sägeblätter anzuwenden, um den Vortheil der Kreissäge auszunutzen, und so allmählich überzugehen zu sehr dicken Sägeblättern, um mit ihnen endlich nicht nur sehr breite Nuthen einschneiden, sondern auch Oberflächen bearbeiten zu können, die eben ausfallen, wenn auch die nun in Meissel oder Messer übergegangenen Sägezähne geradlinig sind, dahingegen Profile erhalten, wenn diese Meissel ebenfalls profilirt werden.

Bei der Kronsäge, S. 284, ist schon ein Beispiel vorgekommen, bei dem die Schneiden nicht parallel, sondern in einer Ebene rechtwinklig zur

---

1) Hartig, Arbeitsverbr. der Werkzeugmasch., S. 12 u. 76. 2) Karmarsch-Hartig, Technol., Bd. 1. S. 353 u. 735. — Technol. Encyklop., Bd. 23. S. 166.

Drehachse, also radial sitzen. Vergrössert man daher diese Zähne in der Richtung nach dem Mittelpunkte der Scheibe, so verwandeln sie sich in seitwärts sitzende Messer, welche nun ebenfalls Flächen bearbeiten können, die sehr verschieden ausfallen nach dem Profil der Messer, der Bewegungsrichtung und der gegenseitigen Lage zwischen Werkzeug und Arbeitsstück.

Endlich ist leicht zu erkennen, dass durch Kombination der beiden Fälle Schneidkörper mit Schneiden an der Oberfläche entstehen, deren Anzahl in Bezug auf die Profile eine vollständig unbegrenzte ist, da sie sämmtlich schliesslich Rotationskörper darstellen, deren Erzeugende jede beliebige Linie sein kann.

Die letzte Eigenschaft im Verein mit dem Vortheil der kontinuirlichen Bewegung macht diesen Schneidkörper zu einem der wichtigsten Werkzeuge der Metall- und Holzverarbeitung. Dieses Werkzeug führt zwar wegen der verschiedenartigsten Verwendung sehr verschiedene Namen, hier aber mag dasselbe denjenigen Gemeinnamen Fräse (Fraise, *Cutter*) erhalten, den es auch in den meisten Fällen als Spezialnamen besitzt.

Die Schneiden der Fräsen sind meissel- oder messerartig und nach den in der Einleitung ausführlich entwickelten Grundsätzen zu konstruiren, also für Metall wesentlich anders als für Holz, da die für Metall bestimmten Fräsen stärkere, mit grösserem Schneidwinkel ausgestattete Schneiden besitzen müssen als die Holzfräsen.

a) Metallfräsen[1]) werden daher auch gewöhnlich in der Art angefertigt, dass man die stählernen, massiven, oder der Leichtigkeit wegen hohlen Rotationskörper auf der Oberfläche entsprechend einkerbt — und zwar allgemein wieder mit gehörig profilirten Fräsen, mitunter auch durch Befeilen, und vermittelst Stossmaschinen. — Je nach ihrer Gestalt und Bestimmung haben sie verschiedene Verwendung und Benennung.

Fräsen von Zylindergestalt, Fig. 304 A, sowohl auf der Mantelfläche a als der Basis b mit Schneiden versehen (Stirnfräsen) sind die gewöhnlichsten zur Bearbeitung ebener Flächen und rechtwinkliger Ansätze, indem sowohl

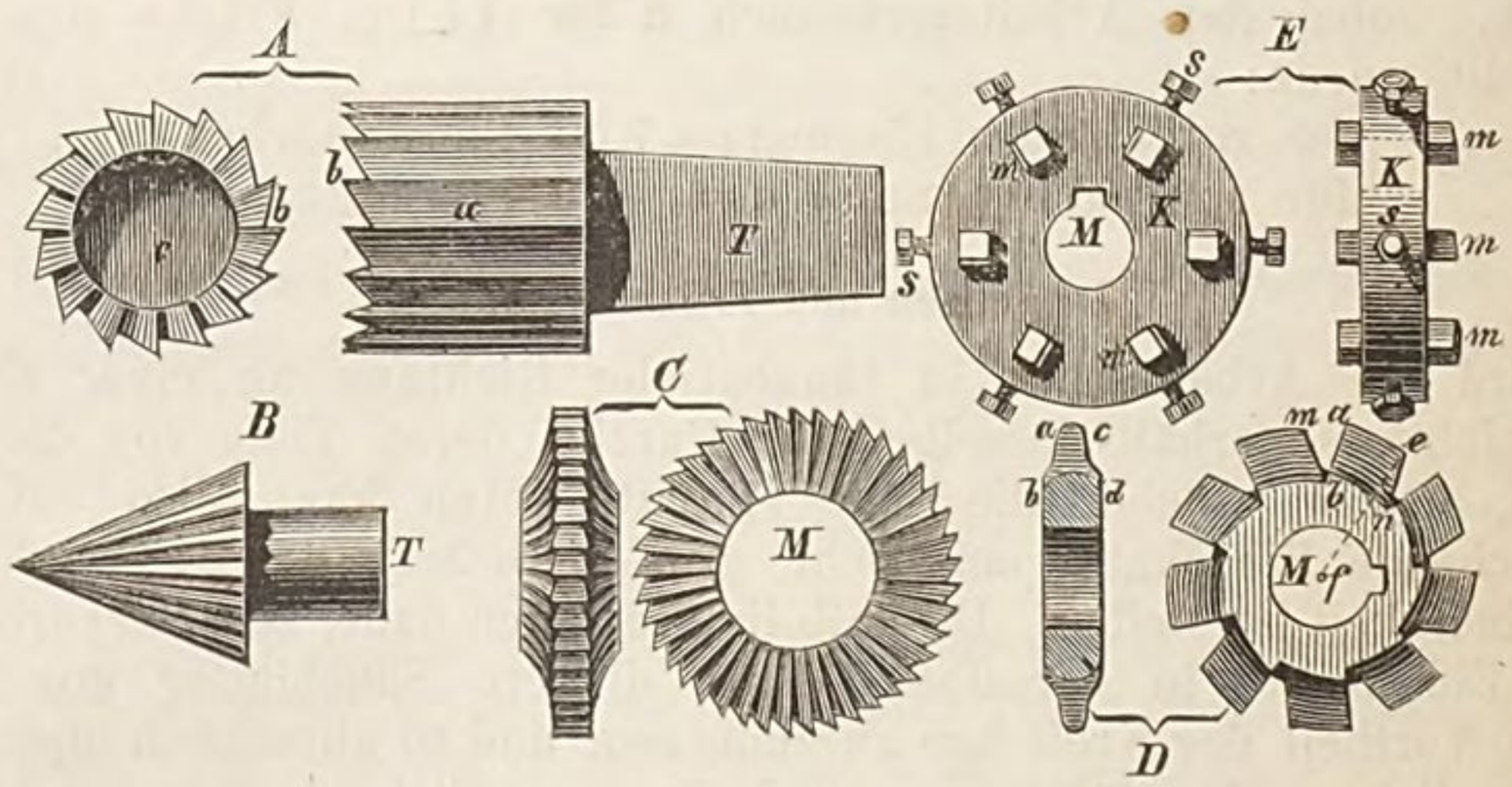


Fig. 204.

das an der Basis, als an der Mantelfläche vorbeigeführte Arbeitsstück eben bearbeitet wird. Hierzu gehört unter anderem auch der Spitzring der Nadler als Uebergang zwischen Fräsen und Feilen. Derselbe ist eine etwa 150 mm. im Durchmesser haltende, 45 mm. dicke, runde Stahlscheibe, deren Peripherie feilenartig gehauen ist, und die zum Zuspitzen der Nadelschaften dient.

1) Dingler's Journ., Bd. 217. S. 173 u. 175.

Konische Fräsen, Fig. 304 B, sind namentlich geeignet, zylindrische Löcher kegelförmig zu erweitern. Solche kegelförmige sowohl, als zylindrische und halbkugelige Erweiterungen werden allgemein Versenkungen genannt, weshalb diese Fräsen auch Senker, (Fräser, Versenker, Ausräumer, Ausreiber, Fraise, *Countersink*) und speziell konische Senker, zylindrische Senker u. s. w. heissen.

Die Verwendung der Fräsen von der Gestalt eines abgestumpften Kegels, einer Kugel (Kugelfräse, Kugelknopf, *Cherry*) zum Ausfräsen halbkugeliger Rinnen oder hohler Kugelformen, z. B. für Kugelzapfen, der sogenannten Nuss an Schlössern der Kugelgiesszangen etc. ergibt sich hieraus von selbst.

Mitunter sollen freistehende Erhöhungen z. B. Zapfen, ringartige Vertiefungen oder auch nur Ränder gebildet werden; dann muss die zylindrische Fräse in der Achse mit einem entsprechenden Loche c versehen sein, in welches die Erhöhung eintritt. Fig. 304 A.

Besondere Verwendung finden die Fräsen zum Ausarbeiten der Zahnlücken oder der Zahnflanken an Zahnrädern. Sie haben dann die Gestalt einer Scheibe, deren Peripherie das Profil der Zahnlücke besitzt, Fig. 304 C, und heissen gemeiniglich Schneidscheiben oder Schneidräder. Sie dienen dann nicht nur zur Herstellung der kleinen Zahnräder aus einer vollen Metallscheibe für die Zwecke der Uhrmacherei etc., sondern auch zum Nacharbeiten der gegossenen Messing- und Eisenräder für die kleineren Maschinen (Räderwerke für Telegraphenapparate, Zählwerke u. s. w.), weil bei ihrer Anwendung die Zähne unter sich sehr übereinstimmend ausfallen.

Die Theilung der Fräszähne uud der Durchmesser der Fräse ist naturgemäss sehr verschieden, doch kommen die Durchmesser selten unter 6 mm. und über 100 mm. vor, weil noch grössere Fräsen sehr schwer zu härten sind, ohne dass sie Risse bekommen. Viel bedeutender variirt die Theilung, wie folgende Zusammenstellung an bewährten Fräsen zeigt. Bei Fräsen von 6 mm. Durchmesser ist die Zahl der Zähne 30, also die Theilung etwa 0,6 mm.; bei 15 mm. Durchmesser ist die Zahl der Zähne 55, also die Theilung etwa 0,8 mm.; bei 42 mm. Durchmesser beträgt die Zähnezahl 55, also die *Theilung* 2,4 mm. und bei 90 mm. Durchmesser nimmt man 75 Zähne, entsprechend einer Theilung von fast 3,8 mm. — Oft ist die Theilung jedoch viel gröber z. B. bei 75 mm. Durchmesser mitunter gleich 10 mm.

Die Fräsen mit sehr feiner Theilung lassen sich nicht nachschleifen, sondern müssen, wenn sie stumpf geworden sind, weich gemacht, nachgeschnitten und neu gehärtet werden. Um dieser Arbeit überhoben zu sein, wird die Theilung oft so gross genommen, dass ein Nachschleifen der einzelnen Zähne möglich wird. In diesem Falle empfiehlt sich für Schneidräder besonders die in Fig. 304 D dargestellte Form [1]). Der Schneidzahn steht mit der Brust a b fast radial, so dass der Winkel b a e beinahe ein rechter ist. Die Linie a e ist kein konzentrischer Kreis, sondern der Punkt e liegt dem Mittelpunkte M näher als der Punkt a, so dass dadurch der Anstellungswinkel gebildet wird. Das Zahnprofil a b c d ist an allen Stellen des Schneidzahnes kongruent, weil b n mit a e aequidistant ist, so dass der Schneidzahn bis zur Linie e f abgenutzt, d. h. weggeschliffen werden kann, ohne dass sich die Zahnform ändert. Das Anschleifen der Brust durch einen Schleifstein u. s. w. findet wegen der grossen Zahnlücke a m aber kein Hinderniss.

1) Deutsch. Ber. der Wien. Ausst. Gruppe XIII. Sect. II. a. S. 106.

In einigen Fällen, bei sehr grossen Fräsen, werden die Zähne der Fräsen als besondere Stücke, als Meisel, oder Messer angefertigt und in ein anderes passendes Stück (Kopf, Fräskopf[1]) eingesetzt, entweder dauernd fest, oder ausnehmbar und auswechselbar. Eine dauernde Befestigung erhält man z. B. durch glühend umgelegte Eisenringe[2]), welche sich beim Abkühlen zusammenziehen und die Messer zusammenhalten, oder indem man in einer zylindrischen Lehmform die Messer einformt und dann die Form mit Gusseisen ausgiesst[3]). Auszuwechselnde Meissel sind bei den grössten Fräsen bis mehr als 300 mm. Durchmesser fast unumgänglich nothwendig. Gewöhnlich werden, Fig. 304 E, die Meissel dann quer durch den scheibenförmigen Fräskopf K gesteckt und durch Klemmschrauben s s festgehalten.

Die Wirkungsweise der Fräse verlangt, wenn letztere ökonomisch sein soll, eine grosse Peripheriegeschwindigkeit. Hierin liegt nicht nur der Grund, wesshalb man die Fräse so leicht als möglich anfertigt, sondern auch die Unzweckmässigkeit, dieselbe mit freier Hand oder einem Geräth zu bewegen, das nur langsame Umdrehung zulässt (z. B. Brustleier), weshalb dieses auch nur selten und vorübergehend, z. B. beim Versenken eines Loches gebraucht wird. Man bedarf vielmehr einer machinalen Vorrichtung zur Erzeugung der gehörigen Geschwindigkeit (Fräsmaschine, Machine à fraiser, M. à shéper, *Milling machine, Cutting machine, Shaping machine*).

Die Metallfräsmaschine[4]) besteht dem Wesen nach aus einer gewöhnlich horizontal liegenden Welle, welche die Fräse aufnimmt und in Bewegung setzt, sodann aus einer Vorrichtung für die Aufnahme des Arbeitsstückes und endlich aus den Mechanismen für die Erzeugung der Relativbewegung zwischen Arbeitsstück und Werkzeug. Bezüglich dieser Bewegung sei bemerkt, dass das Werkzeug stets die Arbeitsbewegung erhält und dass die Schaltbewegung entweder dem Werkzeug oder dem Arbeitsstück zufällt.

Die in Fig. 305 dargestellte Fräsmaschine veranschaulicht die Konstruktion einer gewöhnlichen Maschine dieser Art mit selbstthätigem Vorschub des Arbeitssückes. — Die Fräse a sitzt am vorderen Ende der Hauptwelle a b, und bekommt mit dieser die Arbeitsbewegung direkt durch die Stufenscheiben S. — Das Arbeitsstück wird auf dem Aufspanntisch T durch Aufspannkloben befestigt und mit demselben zunächst vertikal auf- oder niederwärts bewegt, um in die richtige Lage zu der Fräse a zu kommen. Zu dem Zwecke wird der Tisch T von einer Konsole getragen, die an der Vorderseite des Gestells G bei f f Prismenführungen besitzt und unterwärts durch die starke Schraubenspindel p gestützt wird. Diese Schraube hat ihre Mutter in q und besitzt am oberen Ende einen Zapfen, der in ein umgekehrtes Spurlager an der Konsole eintritt. Die Bewegung der Schraube erfolgt durch ein Schraubenrad, das am unteren Ende des Zapfens sitzt,

---

1) Prakt. Masch.-Konstr., 1870. S. 277. — Hütte, 1858. Taf. 7; 1863. Taf. 32; — Polyt. Centr., 1867. S. 1. 2) Technol. Encyklop., Bd. 23. S. 169. 3) Technol. Encyklop., Bd. 23. S. 170. 4) Hart, Werkzeugmasch., S. 298. — Hesse, Werkzeugmasch., S. 159. — Wiebe, Masch.-Baum., Bd. 1. S. 575 u. 606. — Technol. Encyklop., Bd. 23. S. 379. — Hütte, 1858. Taf. 32; 1859. Taf. 12; 1863. Taf. 32; 1864. Taf. 33. — Wiebe, Skizzenb., Heft 66. Taf. 3 u. 4. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1857. S. 112. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 3. S. 44; Bd. 5. S. 257; Bd. 8. S. 374; Bd. 14. S. 371; Bd. 17. S. 1 u. 367; Bd. 19. S. 89 u. 335; Bd. 20. S. 12; Bd. 21. S. 2. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 252; 1871. S. 148; 1872. S. 5; 1873. S. 356. — Jobard, Bull., III. 108; X. 207. — Polyt. Centr., 1850. S. 140; 1868. S. 835 u. 1434; 1871. S. 104; 1873. S. 677; 1874. S. 1072 u. 1506; 1875. S. 1245. — Dingler's Journ., Bd. 159. S. 251; Bd. 160. S. 188; Bd. 164. S. 260; Bd. 205. S. 189; Bd. 214. S. 191; Bd. 216. S. 301 u. 477; Bd. 217. S. 171 u. 172.

und durch eine Schnecke gedreht wird, die auf einer kurzen Schneckenwelle sich befindet, welche bei W durch eine aufgesteckte Handkurbel solange nach links oder rechts in Umdrehung versetzt wird, bis das Arbeitsstück die richtige vertikale Lage erhalten hat. Zur Verschiebung in der Horizontalebene ist der Tisch als Kreuzsupport konstruirt. Die Annäherung oder Entfernung an das Gestell wird mit Hilfe der horizontalen Schraube bewirkt, die bei V durch eine Handkurbel bewegt wird, und die Bewegung vor dem Gestell entlang durch eine horizontale Leitspindel o, welche entweder auch mit einer aufgesteckten Handkurbel, oder zur kontinuirlichen Verschiebung des Arbeitsstückes selbstthätig bewegt wird. In letzterem Falle treten die Zahnräder n und i in Funktion, indem das Rad i von der Schnecke u gedreht wird, welche durch die Kugelräder 4, 3, 2, 1, von den Schnurscheiben c den Antrieb erhält, die durch die Schnur C von den Schnurscheiben c aus gedreht werden. — Damit bei den verschiedenen Verschiebungen des Tisches und der Konsole die einzelnen Bewegungsorgane nicht ausser Eingriff kommen, werden diese von den sich verschiebenden Theilen mitgenommen und auf den Wellen in langen Nuthen verschoben. So hängt an dem unteren Tischschlitten das Lager m zur Aufnahme des Rades i und der Schnecke u, die zwischen den Armen r liegt und auf der Welle t verschoben wird. Desgleichen trägt die Konsole den Arm g, an dem das Zahnrad 3 hängt, durch welches die vertikale Welle h sich verschieben kann.

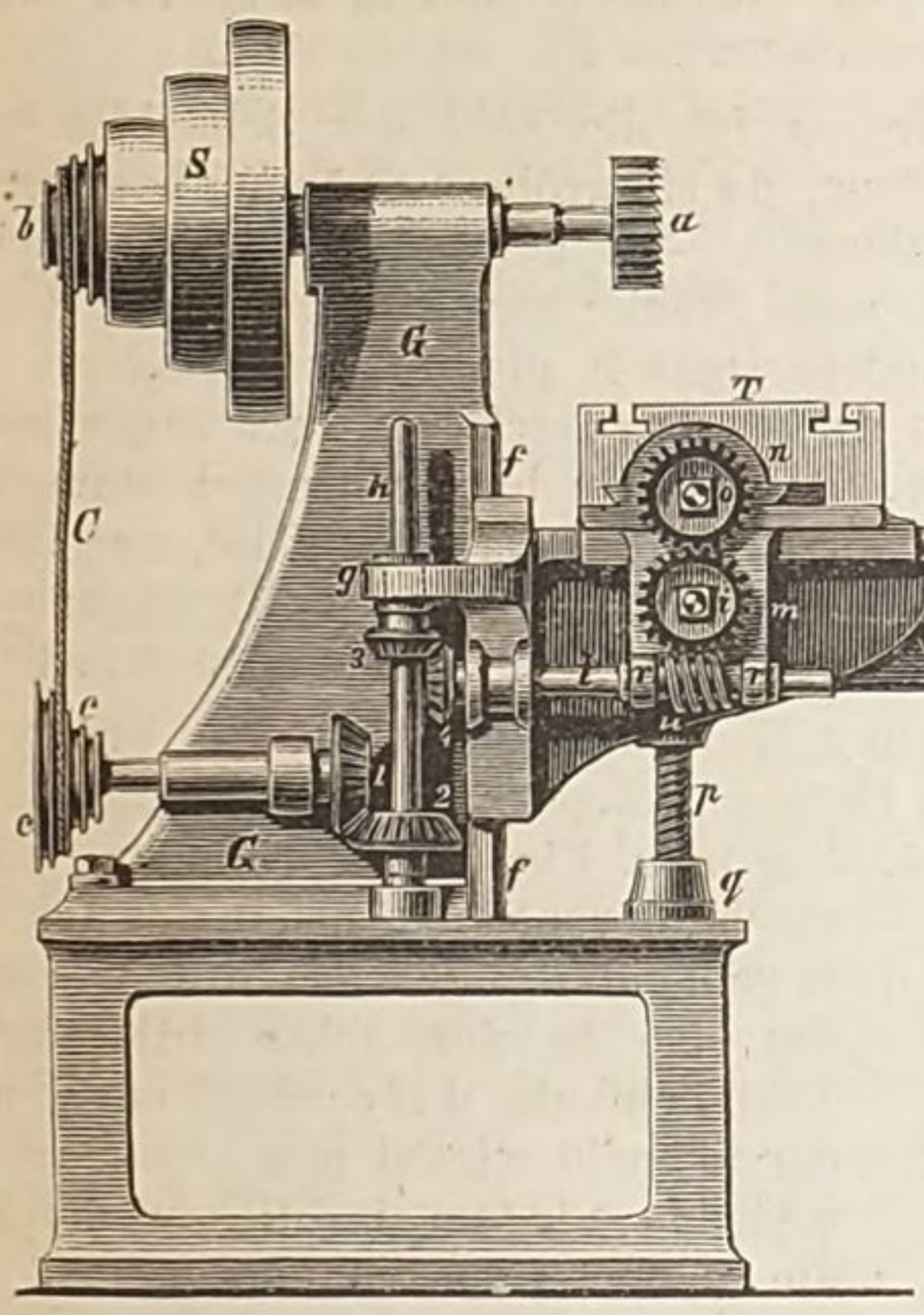


Fig. 305.

Wie bei einer so wichtigen Maschine, als die Fräsmaschine ist, zu erwarten steht, kommt dieselbe in mannigfachen Konstruktionen und für *viele Einzelzwecke*, namentlich bei der Fabrikation anderer kleiner Maschinen (Nähmaschinen u. dergl.), bei der Anfertigung von Gewehrtheilen, Schlössern, besonders Schlüsseln, Zahnrädern, zum Abfräsen der sechskantigen Schraubenmuttern etc. vor. — Bezüglich dieser muss auf die S. 290 stehenden Zitate verwiesen werden.

Die Geschwindigkeit der Fräsen ist in sofern verschieden, als die gewöhnlichen Frässcheiben die kleinere, die Messerfräsen eine grössere und die Räderschneidfräsen die grösste Geschwindigkeit erhalten, wie folgende Durchschnittszahlen zeigen. Frässcheiben haben auf Schmiedeisen 150 bis 180 mm. Geschwindigkeit per Sekunde bei 0,1 bis 0,7 mm. Vorschub des Arbeitsstückes; auf Gusseisen 180 bis 200 mm. mit gleichem Vorschub; Messerkopffräsen erhalten auf Guss- und Schmiedeisen 200 bis 250 mm. Geschwindigkeit mit 0,5 bis 2,0 mm. Vorschub; Räderfräsen bekommen eine Geschwindigkeit von 300 bis 400 mm. mit 0,15 bis 0,9 mm. Vorschub. —

In Bezug auf den Kraftbedarf nach der Formel

$$N = N_1 + N_2$$

kann man nach Hartig die Leergangsarbeit N_1 zu 0,1 bis 0,5 Pferdestärken annehmen, je nach Anordnung und Geschwindigkeit. Die Arbeitsgangsarbeit $N_2 = a \,.\, G$, wenn G das Gewicht der stündlich abgenommenen Spähne, ist je nach Fräsegestalt und Material verschieden, indem z. B. der spezifische Arbeitswerth zum Abspahnen von 1 Kg. Spähnen per Stunde auf ebenen Flächen $a = 0{,}239$ bei hartem Gusseisen und $a = 0{,}0113$ bei weichem Gusseisen ist.

b) Holzfräsen. Bei den Holzfräsen ist die Zahl der Schneiden in der Regel kleiner als bei den Metallfräsen, da sie gröbere Spähne abnehmen und daher eine grössere Theilung verlangen. Sie beträgt gewöhnlich zwei bis sechs. Entweder werden sie aus einem Stücke hergestellt, oder sie bestehen aus einem scheiben- oder zylinderartigen Kopfe, in welchen Messer eingesetzt werden. In beiden Fällen ist es erwünscht und oft sogar geboten, die Schneiden so auszubilden, dass sie in beiden Drehrichtungen arbeiten, damit man durch Umsetzung der Bewegung im Stande ist, auch an krummen Flächen die Fräsen so zur Wirkung zu bringen, dass die Bewegungsrichtung mit der Faserrichtung zusammenfällt, damit kein Ausreissen stattfindet.

Wird auf diese letztere Anordnung Bedacht genommen, so erzeugt man die Fräsen in einem Stück aus Rotationskörpern von entsprechender Achsenlänge und Profilirung in der Art, dass man, Fig. 306 A, Einschnitte a macht, deren Seiten sich in der Achse m schneiden. Je nach der Grösse des sich in der Achse bildenden Zentriwinkels $d\,m\,c = \varphi$ ist auch der Schneidewinkel $m\,c\,b = \alpha$ verschieden, indem ja dieser durch die geometrische Beziehung

$$\alpha = 90^0 - \frac{\varphi}{2}$$

festgelegt wird, wenn man die Fräse als Polygon ansieht. Sind demnach 3, 4, 6 Einschnitte also auch 6 Messer vorhanden, so ist bei gleicher Theilung $\varphi = \frac{360}{12} = 30^0$ also $\alpha = 75^0$. — Sind dahingegen 4 Messer vorhanden und 4 Einschnitte zu je 15^0, so wird der Schneidewinkel $\alpha = 90^0 - 37{,}5^0 = 52{,}5^0$, weil $\varphi = \frac{360 - 4\,.\,15}{4} = 75^0$ ist;

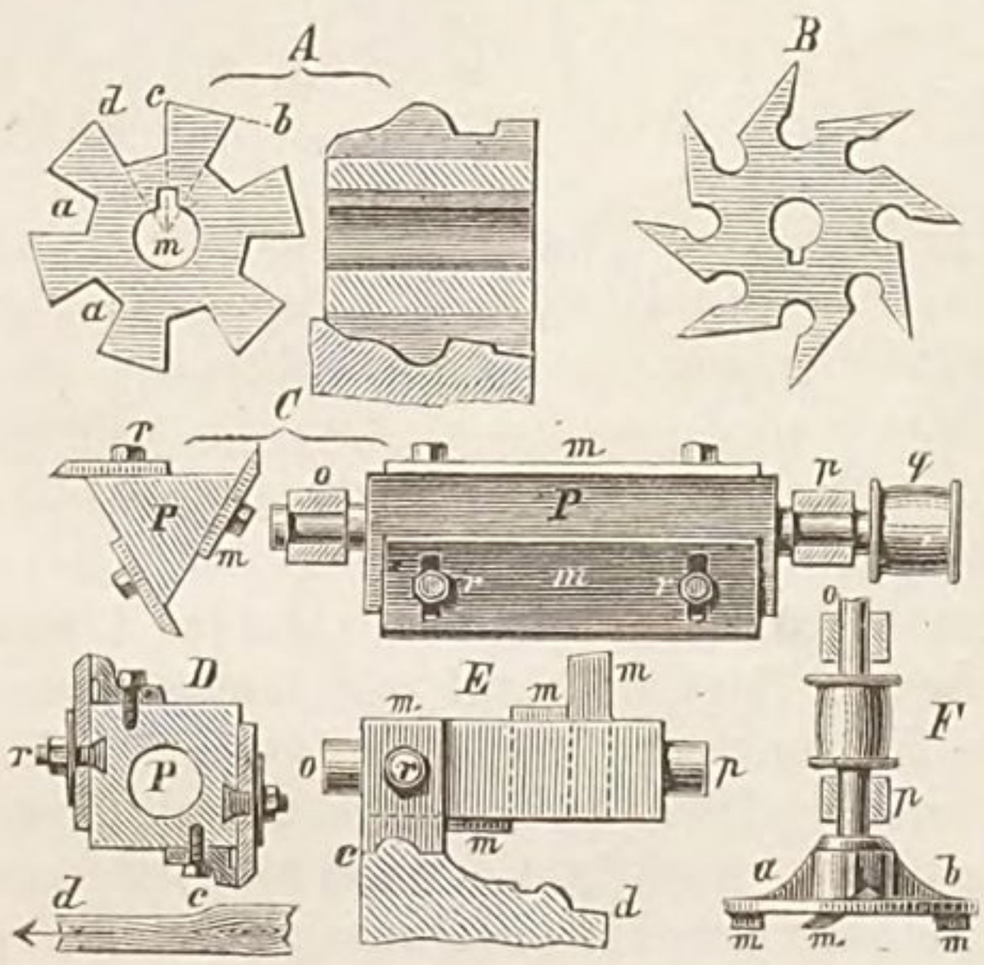


Fig. 306.

woraus zugleich der Vortheil hervorgeht, die Fräsen nicht als Rotationskörper, sondern als Pyramide, eventuell Prisma, zu konstruiren.

Da beim Härten solcher Fräsen aus Stahl leicht Härterisse entstehen, so pflegt man neuerdings die Holzfräsen wohl aus Schmiedeeisen anzufertigen und an den Schneiden durch Einsetzen zu härten. — Hierbei verdient auch folgende Methode zur Anfertigung der Fräsen Erwähnung. Man nimmt runde Scheiben von Eisenblech und treibt sie zu einem Rotationskörper oder einer Pyramide von verlangtem Profil aus, z. B. durch Stanzen, sodann kerbt man man sie vom Rande an so ein, dass in der Mitte eine Kuppe stehen bleibt, die mit einer Durchbohrung auf die Frässpindel gesteckt wird, und härtet durch Einsetzen.

Stehen die Fräsen nur in einer Richtung auf den Schnitt, so werden sie in der Weise konstruirt, wie die nebenstehende Fig. 306 B ohne weitere Erklärung zeigt.

Für grössere Fräsen ist die Konstruktion mit eingesetzten Messern mehr üblich. Die verschiedenartig profilirten Messer m werden dann entweder quer durch den Fräskopf gesteckt, oder auf einen prismatischen Körper von gewöhnlich drei- oder viereckigem Querschnitt gelegt, Fig. 306 C und D, und durch Schrauben r gehörig befestigt, oder endlich quer durch eine rotirende Scheibe gesteckt, und ebenfalls durch Schrauben oder Keile befestigt. Das viereckige Prisma eignet sich dann sowohl zur Aufnahme von zwei als vier Messern. Durch Vertheilung einer Anzahl schmaler Messer m über die Seiten des Prismas, wie Fig. 306 E zeigt, ist man im Stande, verschiedene Profile zu einem einzigen c d zusammenzusetzen. — Bei dieser Art der Anbringung bewegen sich die Schneidepunkte in Kreisen, zu welchen die Arbeitsflächen c d Berührungsflächen bilden, Fig. 306 D.

Stehen die Schneiden m m jedoch, wie Fig. 306 F zeigt, quer durch eine Scheibe a b oder durch Arme (was im Wesen nichts ändert), so bewegen sie sich in Kreisen, welche mit der Arbeitsfläche zusammenfallen, und sind daher auch nur geeignet, ebene Flächen zu erzeugen. Sie arbeiten dann quer gegen die Fasern, während die Schneiden ersterer Konstruktion in der Richtung der Fasern zur Wirkung kommen. Die bei dieser Anordnung zur Verwendung kommenden Messer haben oft die Gestalt eines Grundhobeleisens S. 247.

Diese Fräsen werden in Umtrieb gesetzt durch Wellen o p, die entweder horizontal oder vertikal gelagert sind, Fig. 306 C, E, F, und durch rasche Rotation den Fräsen die Arbeitsbewegung ertheilen, während das Arbeitsstück unter, neben, oder über den Fräsen vorbeiläuft und also die Schaltbewegung bekommt, die entweder durch die Arbeiterhand oder durch selbstwirkende Vorrichtungen erzeugt wird.

Nicht nur durch die verschiedenen Stellungen der Welle (vertikal, horizontal), sondern auch durch Kombinirung von Fräsen auf horizontalen Wellen mit solchen auf vertikalen Wellen und selbst mit den auf S. 256. beschriebenen eigentlichen Hobelmaschinen erhält man eine grosse Verschiedenheit in der Konstruktion dieser wichtigen Holzbearbeitungsmaschine. — Wesentlich unterscheidet man in der Praxis eigentliche Fräsmaschinen und Holzhobelmaschinen, ohne jedoch ganz bestimmte Merkmale für die eine oder andere Maschine anzugeben.

1) **Fräsmaschine** [1]). Die Holzfräsmaschine hat durchgängig einen kleinen, etwa zwischen 30 bis 100 mm. Durchmesser haltenden Schneidkopf von der Art Fig. 306 A, der gewöhnlich auf einer aufrechtstehenden Welle unmittelbar über einem Tische sitzt und sich mit dieser, welche den Antrieb unter der Tischplatte hat, dreht, während das Holz auf dem Tisch seitlich daran vorbeigeführt wird. — Zur näheren Erläuterung ist in Fig. 307 eine solche Maschine neuerer Konstruktion mit Reibungsräder-Betrieb dargestellt [2]). Der Fräskopf A, der nach beiden Richtungen schneidend konstruirt ist, sitzt auf der vertikalen Welle B, welche zur Erzeugung eines

---

1) Richards, Wood-working Machines, S. 176. — Exner, Bericht, S. 29. — Hesse, Werkzeugm. d. Wien. Ausst. S. 289. — Hütte, 1868. Taf. 20: 34 u. 35. — Wiebe, Skizzenb., Heft 66. Taf. 3 u. 4; Heft 68. Taf. 6; Heft 69. Taf. 3 u. 4; Heft 83. Taf. 5. — Prakt. Masch.-Const., 1869. S. 104 u. 252; 1870. S. 188 u. 204. — Polyt. Centr., 1874. S. 1490. — Dingler's Journ., Bd. 159. S. 87. 2) Deutsch. Ber. üb. d. Wien. Ausst., Sekt. II. a. S. 136.

ruhigen Ganges und Vermeidung von Erschütterungen in zwei langen Lagern läuft, und am unteren Ende einen Kegel c aufnimmt, der durch die kegelförmigen Friktionsscheiben a und b gefasst und angetrieben wird, und zwar nach links oder rechts, je nachdem die Scheibe b oder a zur Wirkung gebracht wird. Wie die Zeichnung ergibt, bilden die beiden Scheiben a und b ein Stück, das auf der Welle p q festgekeilt ist und durch die Riemscheibe f nach einer Richtung in Rotation versetzt wird. Wenn daher eine der Scheiben a oder b an den Kegel c angepresst wird, so erfolgt die Bewegung. Dies Anpressen vermittelt der in o drehbare Hebel o r s, welcher mit dem gabelförmigen Ende s um die mit H verbundene genuthete Schraubenmutter fasst, und sich daher je nach der Bewegung dieser Mutter mit Hülfe des Handrades H nach rechts oder links um den Bolzen o dreht und mit dem gabelförmigen Theil r, welcher die Hülse bei p auf der Welle umfasst, diese verschiebt, und die Scheibe a oder b mit einer Kraft anpresst, welche zum Betriebe erforderlich ist und durch das Handrad H vollständig geregelt werden kann. In der Mittelstellung reiben sich a und b nicht an c, so dass die Maschine in dieser Hebellage still steht, während sich die Welle p q fortdreht. Der Arbeitstisch T ruht um den oberen Theil des Bockes G auf der Nabe des Handrades N, welche inwendig ein Muttergewinde besitzt, und daher durch Drehung um den Hals des Bockes sich und den Tisch zur Einstellung auf- und niederbewegt. Eine Klemmschraube t schützt den Tisch gegen das nicht gewünschte Mitnehmen durch das Arbeitsstück; nach Lösung dieser Schraube kann sich aber der Tisch drehen was bei manchen Arbeiten erleichternd für die Verschiebung des Arbeitsstückes ist. Statt des Tisches kann auch eine beliebig geformte Auflage aufgesetzt werden, die beim Fräsen doppelt gekrümmter Hölzer grössere Bequemlichkeit gewährt.

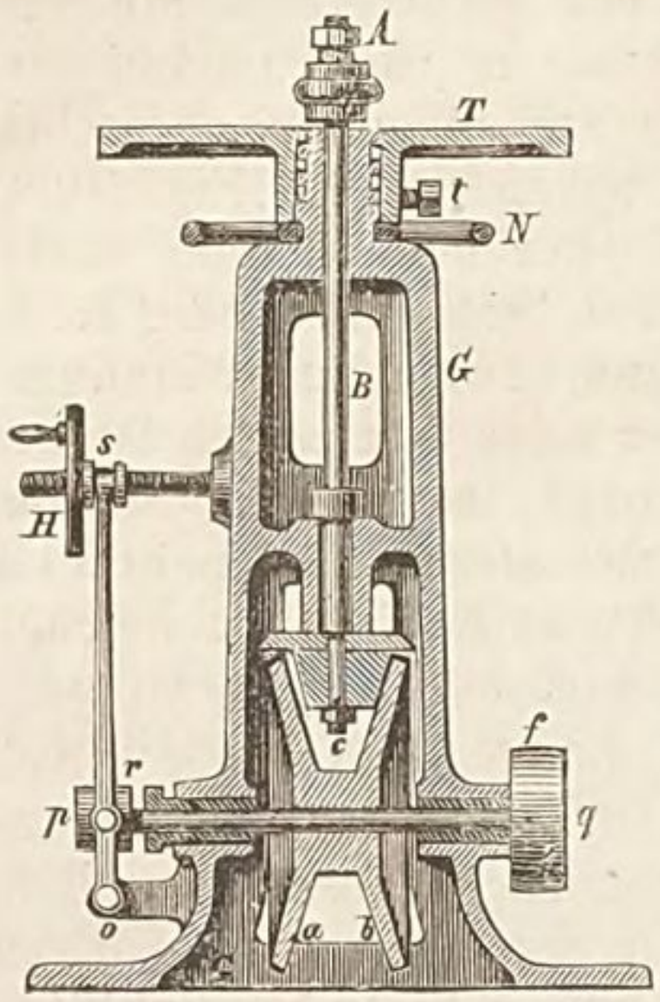


Fig. 307.

Von dieser neuesten Konstruktion, welche sich namentlich durch Einfachheit auszeichnet, sind die älteren wesentlich durch den Antrieb verschieden, der fast ausschliesslich durch Riemen statt durch Reibungsräder erfolgt, und zwar, um auch beide Drehrichtungen hervorzubringen, durch offene und gekreuzte Riemen, oder durch einen Riemen mit entsprechendem Umkuppelungsmechanismus (ähnlich demjenigen der Hobelmaschine S. 253), der durch die Hand regiert wird. — Von manchen Erbauern wird es vorgezogen, zwei Spindeln mit entgegengesetzter Drehrichtung neben einander anzubringen, um zweischneidige Fräsen zu vermeiden (zweispindelige Maschinen). — Diese Spindeln werden dann oft in verschiedenem Abstande von einander angebracht und gleichzeitig in Thätigkeit gesetzt, um die Hölzer an zwei Seiten zugleich zu fräsen. — Bei zweispindligen Fräsmaschinen werden die Spindeln mitunter neben einander über dem Arbeitstische in überragenden Armen hängend angeordnet. — Auch befindet sich wohl eine Spindel unter dem Tische und die zweite, vertikal darüber, über dem Tische. Hierbei wird die obere Spindel mitunter in einem beweglichen Support angebracht, der ihr eine Verschiebung in vertikalem und horizontalem Sinne oder im Kreise gestattet.

2) **Holzhobelmaschine** [1]). Die hierher gehörenden Holzhobelmaschinen (Machine à raboter, Raboteuse, *Planing machine*) wirken entweder mit Werkzeugen, wie sie in Fig 306 C und D gezeichnet sind, also längs den Fasern, so dass die Arbeitsfläche die Zylinderfläche, in welcher sich die Messer bewegen, tangirt (Langhobelmaschine, Tangentialhobelmaschine, *Parallel planing machine*) oder mit Werkzeugen, wie sie Fig. 306 F darstellt, die also quer gegen die Fasern in, den oberen Arbeitsflächen parallelen Ebenen (Querhobelmaschinen, Parallelhobelmaschinen, Transversalhobelmaschinen, *Transverse planing machine*) arbeiten.

a. Langhobelmaschine. Der Werkzeugträger (Porte lame, *Cutting-cylinder*) ist ein Prisma, oder ein Zylinder mit zwei oder drei angehobelten graden Flächen (Walze, Walzenhobelmaschine), auf dessen Seiten die Messer gehörig eingestellt und befestigt werden können (Fig. 306 C, D, E). Die Messer müssen je nach der Breite des Arbeitsstückes verschiedene, oft bedeutende Länge haben. In letzterem Falle ist ihre Anfertigung jedoch schwierig, weshalb sich dann die durch Fig. 306 E, S. 292, erläuterte Methode, mehrere kurze Messer neben einander zu reihen, sehr empfiehlt. — Um den Vortheil des schrägen Angriffs zu erhalten, wird das Messer auch wohl spiralförmig um einen Zylinder gelegt. Leider steht dieser vorzüglichsten Anordnung die Schwierigkeit der Anfertigung und Instandhaltung der schraubenförmig gewundenen Klingen entgegen.

Zum Betrieb sitzt die Walze auf einer Welle o p, Fig. 306 C, festgekeilt, welche mittelst Riemscheibe q, die ebenfalls auf dem einen Ende dieser Welle sitzt, in Umdrehung versetzt wird. Der Holzvorschub wird bei den eigentlichen Hobelmaschinen stets selbstthätig bewirkt und zwar wie bei den Sägen entweder und gewöhnlich durch Walzen, welche das Arbeitsstück zwischen sich fassen; oder namentlich wenn das Arbeitstück schwer ist, also beim Abhobeln von Balken etc. durch einen Schlitten mit Zahnstange, oder neuerdings durch Ketten ohne Ende.

Zur Erzielen genauer Arbeit ist der Schlittenvorschub allen andern Einrichtungen vorzuziehen.

Eine Langhobelmaschine gewöhnlicher Anordnung, die namentlich zum Abhobeln von Brettern bestimmt ist, zeigen umstehende Figuren 308 und 309.

Fig. 308 zeigt dieselbe in der Seitenansicht, Fig 309 zum Theil im Durchschnitt, zum Theil von vorn gesehen. Die Messerwalze A liegt mit zwei konischen Endzapfen in zwei Schlitten B, welche zwischen den beiden Gestelltheilen C C an Prismenführungen gleiten und von zwei Schrauben a a getragen werden, deren zugehörende Muttern in den Schlitten B B sich befinden. Durch Drehung dieser Schrauben vermittelst der Kegelräder b b und c c durch das Handrad D wird die Lage der Messerwelle A der Dicke des Arbeitsstückes H angepasst. — Den Antrieb erhält die Messerwelle von der Riemenscheibe E aus, deren Riemen F über die Rolle G

---

1) Richards, Wood-working Machines. S. 207. — Exner, Bericht, S. 22. — Hesse, Werkzeugm. d. Wien. Ausst. S. 224. — Hütte, 1858. Taf. 35; 1859. Taf. 7; 1861. Taf. 1; 1868. Taf. 25; 1869. Taf. 1. — Wiebe, Skizzenb., Heft 11. Taf. 2, 3, 4 u. 5. Heft 17. Taf. 4; Heft 66. Taf. 1; Heft 68. Taf. 3; Heft 82. Taf. 1, 2, 3 u. 4; Heft 83. Taf. 1 u. 2. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 10. Taf. 7; Bd. 11. Taf. 27; Bd. 12. Taf. 14; Bd. 14. Taf. 24; Bd. 15. Taf. 29; Bd. 20. Taf. 31; Bd. 21. Taf. 11; Bd. 22. S. 193. — Zeitschr. deutsch. Ing. 1862. S. 443. — Prakt. Masch.-Constr., 1870. S. 49; 1871. S. 281; 1873. S. 88. — Polyt. Centr., 1862. S. 1066 u. 1069; 1864. S. 1401; 1873. S. 622 u. 1509. — Dingler's Journ., Bd. 163. S. 338; Bd. 173. S. 345; Bd. 174. S. 329; Bd. 212. S. 23.

geht, die auf der Messerwelle sitzt. — Das Arbeitsstück liegt auf Rollen, welche zum Theil im Gestell bei r gelagert sind, zum Theil sich in transportabelen Böcken R befinden, die an jedem Ende der Maschine in erforderlicher Zahl aufgestellt werden. Der Vorschub des Arbeitsstückes erfolgt durch vier geriffelte Walzen, wovon zwei 8, 9 oben, und zwei 5, 11 unten liegen. Ihre Bewegung erhalten sie von der Antriebswelle L, indem von hier aus zunächst durch eine Riemenübersetzung die Riemscheibe P in Drehung versetzt wird. Auf der Welle dieser Riemscheibe sitzt das Triebrad 1 in Eingriff mit dem Zahnrad 2, welches nun durch das Trieb 3 das Rad 4 und eine der unten liegenden Vorschubwalzen 5 bewegt, auf deren Achse das Rad 4 sitzt. Das Trieb 5 überträgt durch 6 die Bewegung an das Rad 7, welches endlich die beiden oberen Vorschubwalzen 8, 9 und die zweite untere Vor-

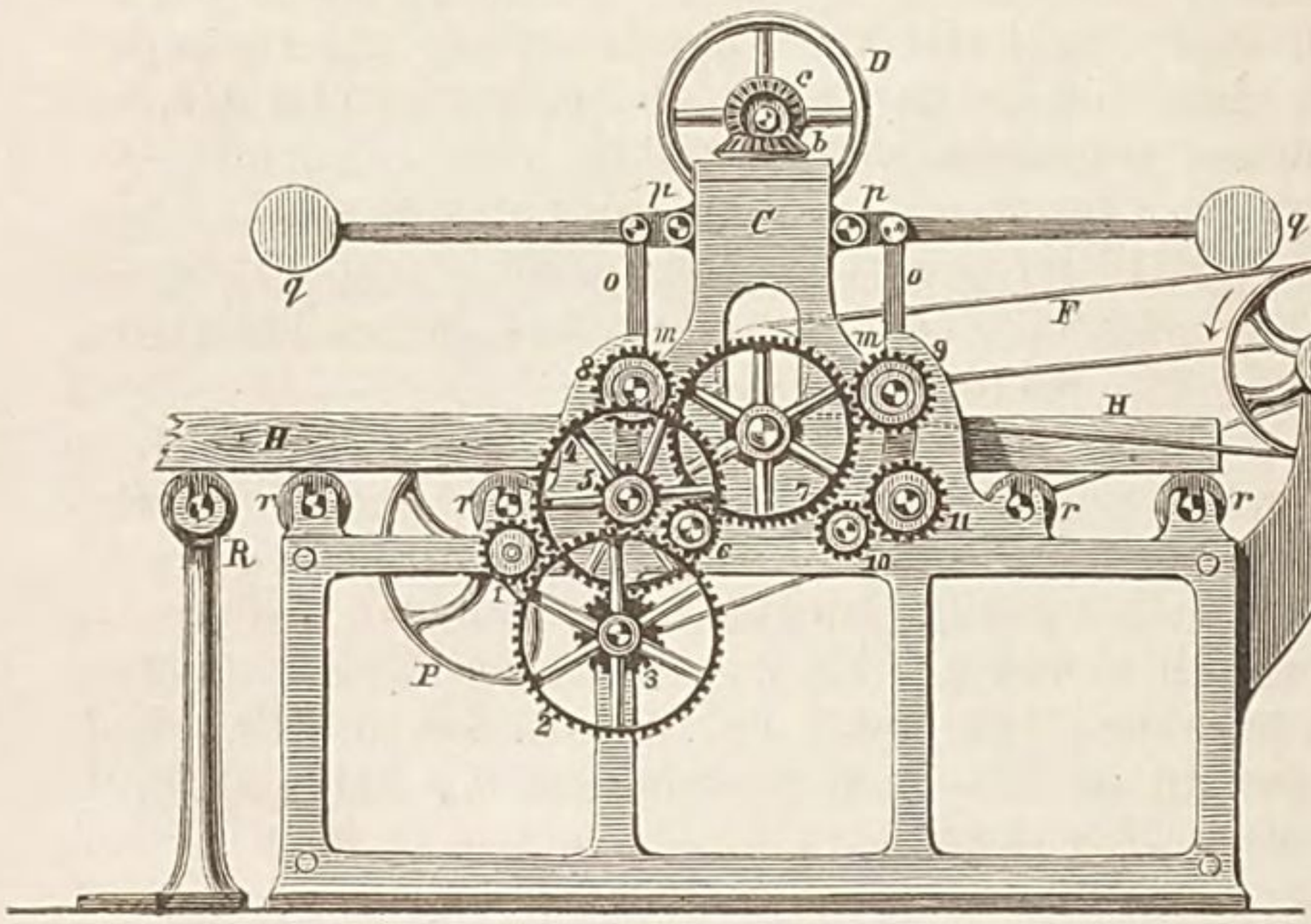


Fig. 309.

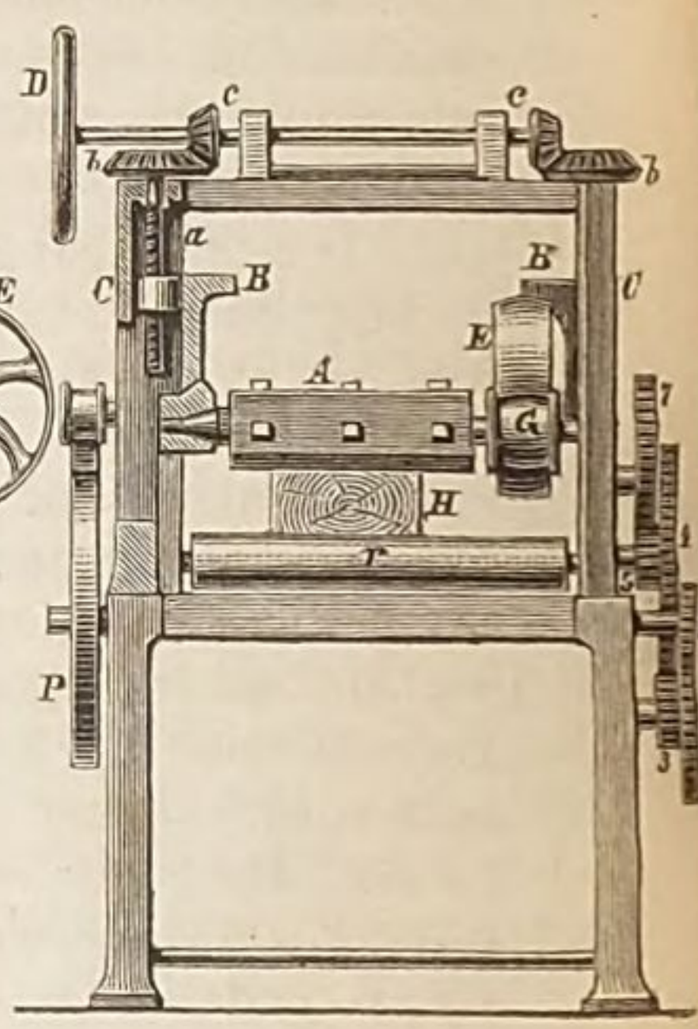


Fig. 308.

schubwalze 11 durch das Transporteurrad 10 bewegt. Durch diese Räderverbindung wird namentlich auch eine Uebersetzung ins Langsame veranlasst, und zwar so, dass die Riffelwalzen von 120 mm. Durchmesser in der Minute 16 Umdrehungen bei 750 der Vorgelegsscheibe und 2250 der Messerwelle machen, was einem Vorschub von 100 mm. pro Sekunde entspricht. — Während die unteren Vorschubwalzen in unverrückbarer Höhe mit den anderen Führungsrollen r in einer Ebene liegen müssen, sind die oberen für die wechselnden Holzdicken in verschiedene Höhen zu bringen, ohne dass ihre Triebräder 9 und 8 dabei mit dem Rade 7 ausser Eingriff kommen. Zu dem Zwecke werden sie in Kulissen m m geführt, welche mit dem Rade 7 konzentrisch verlaufen. Zur Erzeugung des erforderlichen Druckes werden sodann die Achsen dieser Riffelwalzen belastet und zwar durch je zwei Stangen o, welche an Hebeln p q angreifen, die sich um die Achsen p drehen und bei q entsprechende Gewichte aufnehmen. Diese Belastungsmethode gewährt zugleich den Vortheil einer gewissen Nachgiebigkeit, so dass die Riffelwalzen sich selbstthätig der Dicke des Arbeitsstückes anschmiegen.

Die Bedeutung, welche diese Art Hobelmaschine für die Holzbearbeitung gewonnen hat, liegt zum Theil auch in mancherlei Anordnungen, die an derselben für bestimmte Zwecke und in Bezug auf ihre Konstruktion getroffen sind. Die wichtigsten derselben mögen hier angeführt werden.

Durch Anbringung zweier Messerwalzen parallel übereinander können zugleich zwei Seiten, die obere und untere, des Arbeitsstückes behobelt werden (Zweiseitige Hobelmaschine, Raboteuse à double outil, *Two cutter planing-machine*). Auf ähnliche Weise entstehen die vierseitigen Hobelmaschinen, mit zwei horizontalen und zwei vertikalen Walzen zum gleichzeitigen Abhobeln aller vier Seiten bei vierkantigen Hölzern.

Die mit Profileisen versehenen Hobelmaschinen [Kehlmaschinen, Machine à moulures, *Moulding machine* [1])] bilden den Uebergang zu den eigentlichen Fräsmaschinen (S. 294).

Sitzen auf der Walze zwei oder mehrere gerade Messer in gewissem Abstande von einander, so wird die Hobelmaschine zum Zapfenschneiden (Zapfenscheidmaschine, Machine à tenons, *Tenoning machine*), sowie zum Federn und mit einem schmalen Messer zum Nuthen geeignet [Nuthmaschine, Spundmaschine, Machine à bouveter, M. à rainer, *Grooving-machine*][2]). — Oft sind diese Nuth- und Federmaschinen mit der Planhobelmaschine so vereinigt, dass die Bretter auf der breiten Fläche gehobelt und den schmalen Flächen gespundet werden.

Die Bewegung des Tisches wird auch häufig durch Zahnstange, Leitspindel oder Ketten veranlasst. Die Einrichtung ist dann entweder gleich der S. 253 erwähnten Metallhobelmaschine, oder den Vorschubmechanismen, die bei den Sägen mit kontinuirlichem Vorschub üblich sind. — Der Tisch ruht mitunter mit einer schrägen Fläche auf einer verschiebbaren schiefen Ebene, um hierdurch gehoben oder gesenkt werden zu können. Neuerdings werden statt der hüpfenden Gewichte zur Belastung der Vorschubwalzen auch Federn angewendet, die entweder als Schraubenfedern an Hebeln oder als Kegelfedern direkt auf die Zapfen wirken. Zum Abhobeln schmaler, kurzer Arbeitsstücke (Parkethölzer, Wagenbestandtheile, Radfelgen) ist statt des geradlinig hin- und hergehenden Tisches eine Kette ohne Ende oder eine grosse Drehscheibe in Anwendung gekommen, welche die Arbeitsstücke unter der Hobelwalze durchführt. — Endlich ist noch der empfehlenswerthen Einrichtung zu gedenken, welche die Beseitigung der Späne bezweckt, und in einem Ventilator besteht, der einen kontinuirlichen Windstrom auf die Arbeitsfläche bläst.

β. Querhobelmaschine. Diese Maschine, welche auch wegen der gewöhnlich vorhandenen Scheibe zur Aufnahme der Messer Scheibenhobelmaschine genannt wird, ist nicht wohl zur Hervorbringung glatter Flächen, sondern vielmehr zum Schruppen oder Abrichten, also zum Vorarbeiten für die Langhobelmaschine geeignet und daher auch seltener im Gebrauch. In der Regel dreht sich die Scheibe in einer Horizontalebene mit einer vertikalen Spindel oberhalb des Arbeitstisches, Fig. 306 F, um die Arbeitsfläche stets unter Augen zu haben, (selten unterhalb desselben) mitunter aber in einer Vertikalebene auf horizontaler Spindel, um das Holz seitwärts zu bearbeiten. Zweckmässig erscheint immer eine kleine Neigung der Spindel gegen die Arbeitsfläche, damit die Messer bei ihrer Rückwärtsbewegung etwas über der Fläche herstreifen und nicht zum zweitenmale angreifen. Der Antrieb erfolgt durch Riemscheiben, welche auf der Messerwelle sitzen. — Der Vorschub des Arbeitsstückes ist ebenfalls selbstthätig und wird wie bei den Langhobelmaschinen bewirkt.

---

1) Richards, Wood-working Machines; S. 195. — Armengaud, Publ. ind., Tom. 14. S. 38. — Arbey, Scieries et machines-outils, Taf. 9. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1857. S. 40. 2) Richards, Wood-working machines, S. 239. — Hesse, Werkzeugmasch. d. Wien. Ausst., S. 280. — Arbey, Scieries et machines-outils, Taf. 19.

Um mit dieser Maschine an einem Arbeitsstück zwei parallele Flächen zu bearbeiten, bringt man zwei Messerscheiben an, zwischen denen das Arbeitsstück sich fortschiebt; die Spindeln sind dann gewöhnlich horizontal gelagert.

Die Geschwindigkeit der Holzfräs- eventuell Hobelmaschinen ist verhältnissmässig sehr gross.

Die Fräse bis etwa 100 mm. Durchmesser macht 3000 bis 4000 Umdrehungen pro Minute, was einer Peripheriegeschwindigkeit von 15 bis 20 m. pro Sekunde entspricht. Die Zuschiebung des Holzes erfolgt hierbei je nach der Härte des Holzes und der Grösse der Arbeitsfläche mit 4 bis 35 mm. pro Sekunde.

Bei der Langhobelmaschine liegt der Durchmesser des von den Schneiden beschriebenen Kreises zwischen 150 bis 350 mm., und die Zahl der Umdrehungen zwischen 1200 bis 2000, also die Geschwindigkeit ebenfalls zwischen 15 bis 20 m. pro Sekunde. Der Holzvorschub findet dabei mit einer Geschwindigkeit von 1,65 bis 8,25 mm. pro Sekunde Statt, so dass 800 bis 2700 Schnitte auf 1 Meter fallen, wenn zwei Messer an der Walze sitzen.

Die Messerscheiben der Querhobelmaschinen drehen sich mit 450 bis 2500 Touren pro Minute je nach dem Scheibendurchmesser, der bei kleinen Maschinen 150 bis 300 mm., bei grösseren Maschinen zwischen 1 bis 3,5 mm. beträgt. Zwischen Umdrehzahl und Scheibendurchmesser wird dann gewöhnlich ein solches Verhältniss getroffen, dass eine Geschwindigkeit von 17 bis 30 m. auf die Sekunde kommt, je nach der Holzart und der Breite der Arbeitsfläche. Hiernach richtet sich auch die Geschwindigkeit der Zuschiebung, welche durchschnittlich so abgemessen wird, dass auf 2 m. Umfangsbewegung 3 mm. Vorschub erfolgt.

Der Arbeitsbedarf N der Fräs- und Hobelmaschinen setzt sich auch aus N_1 = Leergangsarbeit und N_2 = Arbeitsgangsarbeit nach der Formel

$$N = N_1 + N_2$$

zusammen. In dieser Formel bestimmt man nach Hartig's Vorgang N_2 aus der Arbeit a, welche zur Erzeugung von 1 Kubikmeter Späne pro Stunde aufgewendet werden muss, so dass für ein Spanvolumen V stattfindet

$$N_2 = a\,V.$$

Der spezifische Arbeitswerth a wurde von Hartig an einzelnen Maschinen wie folgt gefunden:

An einer Holzfräsmaschine kleiner Gattung mit Fräskopf von 94 mm. Durchmesser und mit 2061 Touren pro Minute, dessen Schneiden einen Schneidwinkel von 90° und keinen Anstellungswinkel hatten, war für Erlenholz

$$a = 66{,}7 \text{ Pferdestärken.}$$

mit der höchsten Leistung von $V = 0{,}014$ Kubikmeter, und mit einer Leergangsarbeit von $N_1 = 1{,}32$ Pferdestärken war die Gesammtarbeit zu bestimmen

$$N = 1{,}32 + 66{,}7\ V \text{ Pferdestärken.}$$

Für Walzenhobelmaschinen gilt ebenfalls die Formel

$$N = N_1 + a\,V.$$

Bei einem Durchmesser des Schneidkreises von 184 mm. mit 22,5 m. Schnittgeschwindigkeit pro Sekunde, weil die Messerwelle 2340 Touren pro Minute machte, betrug $N_1 = 1{,}27$ Pferdestärken, und wenn Fichtenholz

gehobelt wurde, bei 273 mm. Arbeitsbreite und 10,5 mm. Höhe h, mit 70 mm. Zuschiebung pro Sekunde stellte sich

$$a = 2{,}5 + \frac{28}{h} \text{ in Pferdestärken,}$$

demnach als Gesammtarbeit

$$N = 1{,}27 + \left(2{,}5 + \frac{28}{h}\right) V.$$

für das in der Stunde abgenommene Volumen V in Kubikmeter.

In einem anderen Falle fand derselbe Beobachter an einer Walzenhobelmaschine mit 114 mm. Schnittkreisdurchmesser und 1875 Umdrehungen: $N_1 = 1{,}44$ und annähernd $a = 18{,}7$ sowohl für harte als weiche Hölzer, und somit

$$N = 1{,}44 + 18{,}7\ V.$$

Für eine Scheiben- oder Querhobelmaschine fand Hartig an einer Maschine mit 740 mm. Schneidkreisdurchmesser, 702 Umdrehungen, Zuschiebung von 3,1 mm. pro Umdrehung, 4 Schneidstahlen, an Rothbuchenholz bei 375 mm. Schnittbreite und 5 mm. Schnitthöhe folgende Arbeitsgrössen:

$$N_1 = 1{,}47$$
$$N_2 = 3{,}25$$

und allgemein

$$N = N_1 + a\ V.$$

und $a = 3{,}16 + 0{,}5\,f$ beim Schruppen,
$a = 25$ beim Schlichten.

wenn f den Spanquerschnitt in Quadratmillimetern angiebt.

γ. Langlochmaschine, Nuthmaschine[1]). Lange Löcher nennt man die oft herzustellenden, schlitzartigen Vertiefungen oder durchgehenden Oeffnungen, wie sie z. B. als Keilnuthen auf Achsen und Wellen zur Aufnahme der Verbindungskeile, als Führungsnuthen auf langen Wellen, als Schmiernuthen, als Oeffnungen in den hölzernen Radnaben zur Aufnahme der Speichen, als Zapfenlöcher u. s. w. angewendet werden. Entweder werden sie gehobelt oder gestossen, eventuell gestemmt, oder mit Kreissägen von entsprechender Zahnbreite, oder Fräsen ausgeschnitten. In letzterem Falle baut man jetzt sehr oft besondere Fräsmaschinen (Langlochmaschinen, Nuthmaschinen) die gewöhnlich Langlochbohrmaschinen und deren Werkzeuge Bohrer genannt werden, obwohl das arbeitende Werkzeug eine Fräse und kein Bohrer im gebräuchlichen Sinne ist. — Da diese Maschinen in der Weise arbeiten, dass das Material schichtenweise aus dem Arbeitsstück ausgehoben wird, so sind demnach drei Bewegungen erforderlich: die Drehbewegung der Fräse, eine Schaltbe-

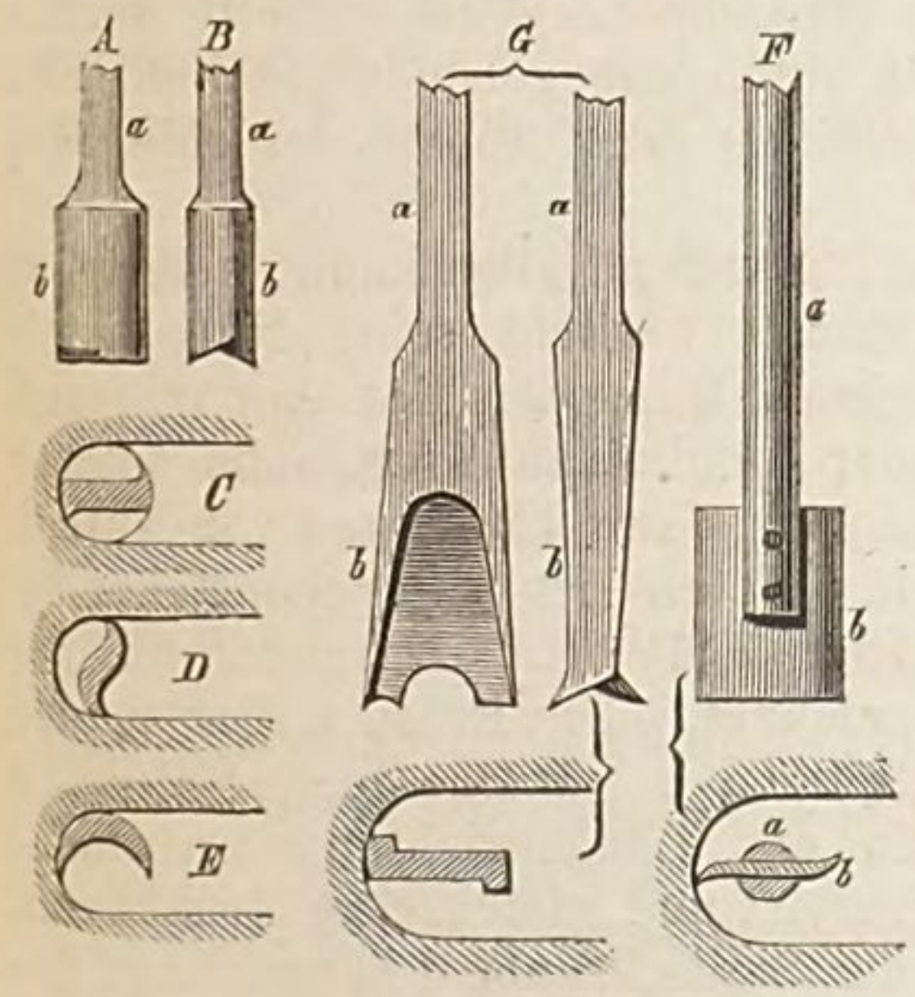


Fig. 310.

1) Hart, Werkzeugmasch., S. 195 etc. — Hartig, Leistung u. Arbeitsverbrauch d. Werkzeugmasch., S. 135. — Hütte, 1857. Taf. 3; 1868. Taf. 2. — Wiebe, Skizzenb., Heft 82. Taf. 6. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1857. S. 301. — Civil-Ing., Bd. 9. Taf. 19. — Armengaud, Publ. ind., 1866. S. 451; 1870. S. 483; 1872. S. 341. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 38; 1870. S. 307. — Polyt. Centr., 1858. S. 997. — Dingler's Journ., Bd. 154. S. 5.

wegung in der Längenrichtung des Langlochs und dessen Länge gleich (Querverstellung), und drittens eine Schaltbewegung nach jedem Schnitt in der Tiefe des Loches. Die Fräse muss so eingerichtet sein, dass sie bei Beginn eines Schnittes um eine Schichtdicke in das Material eindringen und sodann seitwärts schneiden kann. Sie sollte daher sowohl an der Stirnfläche als auf der Umfläche Schneiden haben, wenn man nicht vorzieht, an beiden Enden des Langlochs vorzubohren, wo dann die Schneiden an der Stirnfläche wegfallen. — Die Fig. 310 A bis G zeigen gewöhnliche Langlochfräsen für Metall und Holz und zwar A, B, C, G für Metall, D, E, F für Holz. Man sieht hieraus, dass diese Werkzeuge für Holz gewöhnlich eine S-Form, und für Metall die Form eines verschobenen Rechteckes, also zwei mit der Achse parallel laufende Schneiden mit dem entsprechenden Schneid- und Anstellungswinkel haben. Mitunter kommen auch drei Schneiden an dieser Fräse vor. Eine ökonomische Herstellung dieser Fräsen ist die aus Stahlblech, das, wie Fig. F zeigt, am Rande zugeschärft, gebogen und in die Spindel a eingesteckt wird. Die Grösse der seitlichen Schneidwinkel beträgt bei Fräsen zum Nuthen in Metall etwa 60 bis 80° mit einem Anstellungswinkel von 5 bis 6°; an Holzfräsen ist der Zuschärfungswinkel etwa 22° und der Anstellungswinkel 15°. — Die Endschneidwinkel der ersteren bestragen 58°, der Anstellungswinkel 3° und die Endschneiden für Holzfräsen 58° und deren Anstellungswinkel etwa 10°.

Die Langlochbohrmaschinen werden gewöhnlich mit Elementarkraft betrieben und zwar in der Art, dass die oben genannten Bewegungen nur dem Werkzeug mitgetheilt werden, und dass das Arbeitsstück festliegt.

Die Drehbewegung des Werkzeugs und die Schaltbewegung für den Vorschub wird wie bei den später zu erwähnenden Bohrmaschinen ausgeführt. Zum Zwecke der Querbewegung sitzt die Frässpindel an einem Support, der, je nach der Anordnung, vor einem Längsträger, wie bei einer Hobelmaschine, oder auf einem Bett durch einen Kurbelmechanismus, oder eine Leitschraube mit Umsteuerung hin- und herbewegt wird. Weil aber eine gleichmässige Querbewegung erforderlich ist, so muss im ersten Falle der Kurbel eine veränderliche Winkelgeschwindigkeit ertheilt werden mit Hilfe der bereits bei den Shapingmaschinen angegebenen Mechanismen (elliptische Räder mit exzentrischem Getriebe oder runde verschiebbare Räder mit exzentrischem Getriebe)

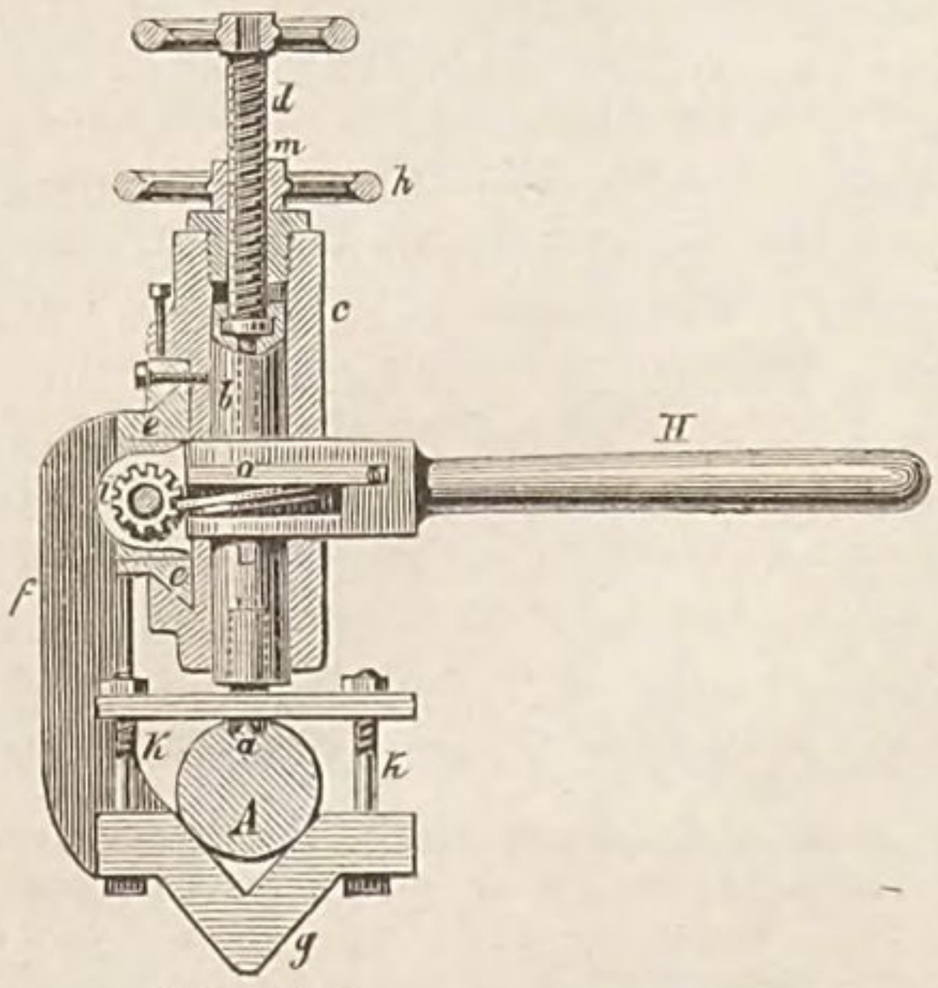


Fig. 311.

In vielen Fällen kann es übrigens auch erwünscht sein, Nuthen mit einem transportablen Apparat und der Hand einzufräsen. Ein solcher Apparat zum Einfrässen von Nuthen in Metall ist in nebenstehender Fig. 311 [1]) im Durchschnitt gezeichnet. Die Fräse a sitzt in der Spindel b, welche in der Hülse c in der Längenrichtung verschiebbar ist und gleichzeitig drehbar an der Stellschraube d hängt. Auf der Spindel b befindet sich zur Drehung derselben in der Hülse ein Sperrad, in welches ein an dem Handhebel H sitzender Sperrkegel o eingreift, wodurch ruckweise eine Drehung hervorgebracht wird. Die

1) Deutsch. Ber. d. Wien. Ausst.. Sektion IIa. S. 100.

Hülse hat an der Rückseite einen Schlitten l, der vermittelst Schwalbenschwanzes eine Prismenführung an dem Rahmen e besitzt, welcher durch den Bügel f mit dem Winkelstück g verbunden ist, auf dem das Arbeitsstück A durch Schraubklemmen k k festgehalten wird. In dem Rahmen e liegt ferner eine Schraube i fest, auf welcher eine mit Schneckenrad versehene Mutter (welche durch ein paar Lappen an der Hülse gezwungen wird, mit der Hülse sich zu verschieben) sich befindet. In dieses Schneckenrad greift die mit dem Sperrad n ein Stück bildende Schnecke bei o ein, so dass mit der ruckweisen Bewegung der Fräse auch eine fortschreitende Bewegung des ganzen Arbeitsapparates längs des eingeklemmten Arbeitsstückes eintritt. Zur Wiederholung des Vorganges kann die Schraube i durch eine am Ende derselben sitzende Flügelschraube gelöst, also drehbar gemacht werden; daher ist durch ihre Drehung vermittelst einer Kurbel der Schlitten l in die erste Lage schnell zurückzubringen.

H. Bohrer und Bohrmaschinen [1]).

Die bisher zur Hervorbringung runder Löcher erwähnten Werkzeuge sind die Durchschläge, Hohlmeissel, die Aushauer und die Fräsen. Dieselben entbehren aber sämmtlich der Möglichkeit einer allgemeinen Verwendung zu genanntem Zwecke, weil ihre Wirkungsweise oder ihre Konstruktion dieser Verwendung sehr bald Grenzen setzt. — Bei dem Durchschlag oder Lochstempel kann das Loch keinen Durchmesser haben, der kleiner als die Metalldicke ist; die Aushauer sind nur auf dünnen Platten, die Hohlmeissel nur bis zu einer gewissen Lochlänge brauchbar; die Fräsen liessen sich wohl noch zur Erzeugung von Löchern verwenden, wenn ihre Konstruktion die Beseitigung der Späne besser ermöglichte. — Es sind daher zur Erzeugung runder Löcher besondere Werkzeuge vorhanden, die den Namen Bohrer (Foret, *Drill*, *Borer*) führen, und deren Arbeit Bohren (*Forer*, *Percer, Drill, Bore*) heisst.

Zur Ausarbeitung runder Vertiefungen oder durchgehender Oeffnungen kann man folgende ausführbare Wege einschlagen:

1) Man arbeitet eine zylinderförmige Nuth a a, Fig. 312 A bis zur gewünschten Tiefe aus und entfernt den stehen gebliebenen Kern b in einem Stück.
2) Man nimmt in parallelen, rechtwinklig zur Lochachse liegenden Schichten Späne aus, Fig. 312 B, und
3) Man entfernt die Späne in konischen Schichten, deren Spitzen in der Lochachse liegen, Fig. 312 C.

Die erste Methode scheint die rationellste zu sein, weil hier offenbar, namentlich bei grösseren Löchern, am wenigsten Arbeit auf die Spanbildung zu verwenden ist. Sie findet bis jetzt aber nur in einzelnen Fällen, besonders zur Erzeugung grösserer Löcher in dünneren Platten [2]) Verwendung, einmal wegen des schwierig herzustellenden und im Stand zu erhaltenden Werkzeuges und dann wegen der Umständlichkeit, mit welcher die Entfernung des Kernes bewerkstelligt werden muss, wenn das Loch nicht durchgeht. —

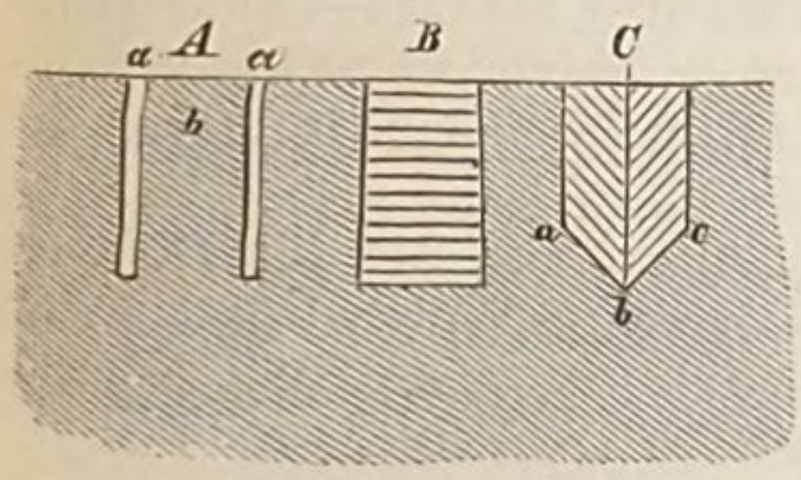


Fig. 312.

1) Karmarsch-Hartig, Technol., Bd. I. S. 270. — Technol. Encyklop., Bd. XXI. S. 565. — Wiebe, Maschinenbaumater., S. 578. — Prakt. Masch.- Constr., 1868. S. 139 u. 314; 1874. S. 207. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1868. S. 243 u. 449. 2) Polyt. Centr., 1849. S. 1250; 1875. S. 945. — Dingler's Journ., Bd. 217. S. 454.

Die zweite und dritte Methode dahingegen sind die wichtigsten und bilden die Regel.

Nimmt man nun an, dass der Widerstand zum Abheben eines gleich dicken Spanes proportional ist der Trennungsfläche, so ist zu ersehen, dass, weil in einem Falle die Entfernung einer Schicht von der Dicke δ auf einer Fläche $\frac{d^2\pi}{4}$ (wenn d der Lochdurchmesser), in dem anderen Falle aber auf der Fläche eines Kegels von der Basis $\frac{d^2\pi}{4}$ stattfinden muss, hier die Bohrarbeit grösser wird, um dieses Flächenverhältniss, also um die Kegelmantelfläche dividirt durch die Kreisfläche. Da man aber dieses Verhältniss auch erhält, wenn man die Kreisflächen durch $\sin\frac{\varphi}{2}$ dividirt, wenn φ der Kegelwinkel a b c, Fig. 312 C, bedeutet, so ist leicht zu erkennen, dass die Bohrarbeit um so grösser werden muss, je kleiner der Winkel φ ist.

Nun ist aber die Dicke δ_1 des kegelförmigen Spanes auch geringer als diejenige δ des kreisförmigen Spanes, und zwar ist

$$\delta_1 = \delta \sin\frac{\varphi}{2}$$

somit auch der Widerstand gegen das Abheben geringer. Deshalb giebt es offenbar eine Kegelfläche, also einen Winkel φ, bei welchem die Bohrarbeit nicht grösser ist, als wenn die Schichten rechtwinklig zur Achse wie bei B fortgenommen werden. —

Das Bohren geschieht nun stets durch Drehung eines widerstandsfähigen Körpers, der mit Schneiden versehen ist (Bohrer), die entweder unter einem Winkel φ in der Drehachse zusammenfallen, oder in einer zur Achse rechtwinklig stehenden Ebene liegen. Da die Zahl der Schneiden gewöhnlich zwei nicht überschreitet, so bilden in erstem Falle beide Schneiden eine Spitze. Diese Bohrer heissen desshalb Spitzbohrer, während die anderen Zentrumbohrer, (Mèche à mouche, *Center-bit*) genannt werden. Zwischen Spitzbohrer und Zentrumbohrer kann daher in gewöhnlichen Fällen aus oben entwickelten Gründen ein grosser Unterschied im Arbeitsaufwand nicht bestehen. —

Ausser der nöthigen Festigkeit ist bei der Konstruktion der Bohrwerkzeuge wesentlich noch zu berücksichtigen: die Grösse und Stellung der Schneiden, die gute Abführung der Späne aus dem Bohrloch und die sichere Führung des Werkzeugs in dem Loche.

Was zunächst die Grösse und Stellung der Schneiden anbetrifft, so ist auch hier ein wesentlicher Unterschied zwischen Metall- und Holzbohrern zu machen, weil bei den ersteren der Zuschärfungswinkel verhältnissmässig gross und der Anstellungswinkel klein, bei den letzteren der erste klein und der zweite gross sein muss. —

An Metallbohrern beträgt der Zuschärfungswinkel 50 bis 80 Grad und der Anstellungswinkel 4 bis 5 Grad, so dass der Schneidwinkel 55 bis 85 Grad gross ist. Am besten sollen die Bohrer arbeiten, wenn der Schneidwinkel auf Schmiedeisen 54 und auf Gusseisen 55 Grad beträgt.

An Holzbohrern sind die Winkel beträchtlich kleiner zu machen, wenn sie gut arbeiten, d. h. Späne abnehmen sollen, die nicht pulverförmig, sondern zusammenhängend und glatt sind. Die Zuschärfungswinkel liegen daher zwischen 30 bis 50 Grad. Der Anstellungswinkel ist, wie das an mitzutheilenden Beispielen zu erkennen sein wird, oft gar nicht vorhanden und oft sehr gross.

Die Lage der zwei Bohrschneidkanten ist stets so zu wählen, dass die Schneiden gut zum Angriff kommen. Bei homogenem Material, also Metall, ist es gleichgültig, in welcher Richtung die Schneide in das Material eindringt, während bei einem Material von der Beschaffenheit des Holzes die Schneiden so eintreten müssen, dass sie zwischen die Fasern gelangen und nicht quer dagegen, weil im ersteren Falle der Widerstand am geringsten ist.

Bei den Metallbohrern, Fig. 313, treten die Schneiden unter einem Winkel φ zusammen, der entweder kleiner oder gleich 180 Grad ist, je nachdem der Bohrer ein Spitzbohrer, A, C oder ein Zentrumbohrer B sein soll und zwar derart, dass beide Schneiden gleich lang und so gestellt sind, dass sie bei der Drehung des Bohrers beide zum Angriff gelangen. Der Neigungswinkel φ der Schneiden zu einander beim Spitzbohrer liegt zwischen 80 und 120 Grad, mitunter zwischen 150 bis 180 Grad, wenn zwar der Winkel von 110 Grad der günstigste sein soll [1]). Zur Hervorbringung eines Anstellungswinkels i werden die Fazetten a b angeschliffen, und um einen Schneidewinkel α zu erzeugen, der kleiner als 90^0 ist, die voranschreitende Fläche ausgehöhlt, Fig. 313 d. — Unter den Metallbohrern kommt jedoch noch eine Gattung Bohrer vor, bei welcher, wie Fig. C zeigt, die Schneide a von zwei Fazetten a b und a c gebildet ist, die unter einem Winkel b a c von 45 bis 60 Grad zusammenstossen. Diese Bohrer haben die Eigenthümlichkeit, in beiden Drehrichtungen gleich zu arbeiten, wesshalb sie zweischneidige Bohrer (*Double-cutting drill, Double chamfered drill*) genannt werden gegenüber den einschneidigen Bohrern (*Single cutting drill, Single chamfered drill*) welche nur in einer Richtung angreifen. Die höchst ungünstige Schneidlage der zweischneidigen Bohrer, wodurch nur ein Abschaben kleiner Spänchen bewirkt werden kann, lassen diese Bohrer nur zum Bohren sehr kleiner Löcher, wie sie z. B. bei den Uhrmachern oft vorkommen, geeignet erscheinen.

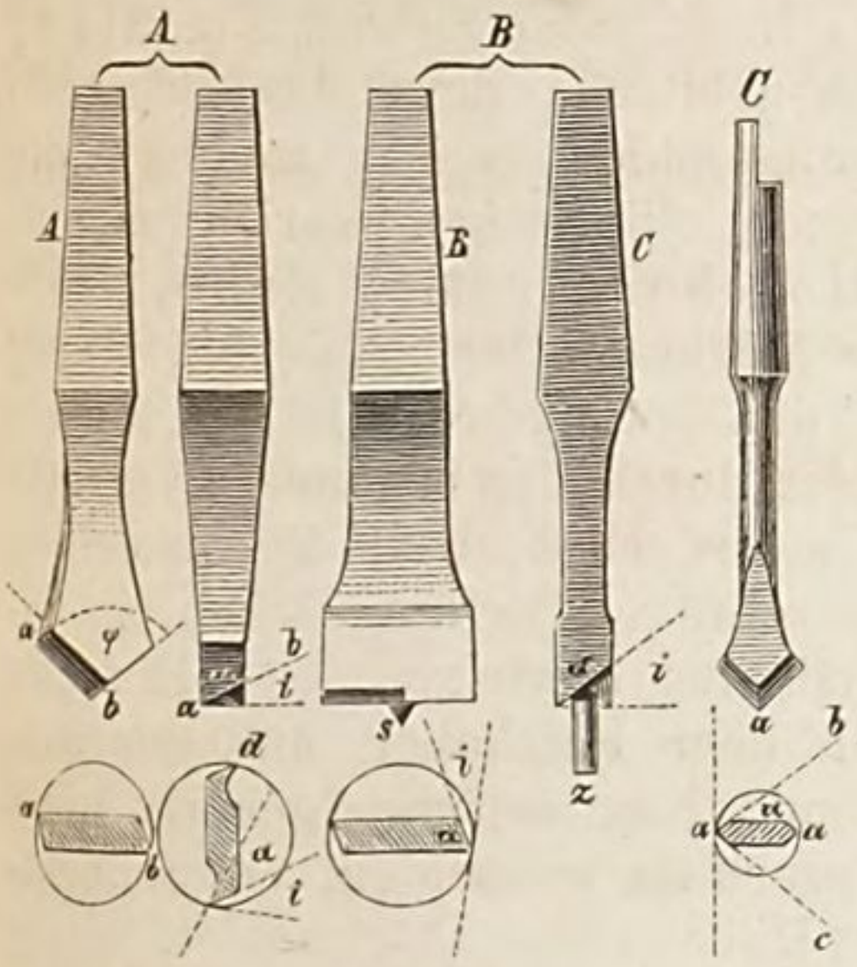


Fig. 313.

Bei den Holzbohrern ist die Lage der Schneiden mit seltenen Ausnahmen so gewählt, dass bei der Drehung des Bohrers nur eine Schneide zum Angriff gelangt, wesshalb auch die Zentrumbohrer in der Regel überhaupt nur eine Schneide besitzen. Damit diese Schneiden stets zwischen die Fasern greifen, laufen sie beim Bohren in der Längenrichtung der Fasern fast oder ganz parallel der Bohrachse, während sie beim Bohren auf Querholz rechtwinklig zur Bohrachse stehen müssen. Oft laufen bei der ersten Gattung von Holzbohrern übrigens die Schneiden so, dass ihr Anfang in der Achse liegt, wesshalb man also unterscheiden kann: Parallelbohrer, Spitzbohrer und Zentrumbohrer. —

Die Typen dieser Bohrer sind in Fig. 314 A, B, C dargestellt, wo A als Parallelbohrer, B als Spitzbohrer und C als Zentrumbohrer mit den

---

1) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1865. S. 622; 1866. S. 206. — Polyt. Centr., 1865. S. 353.

Schneidkanten a b und a c zu erkennen sind. Bei näherer Betrachtung dieser Bohrer ergibt sich übrigens leicht, dass der Bohrer A mit der bogenförmigen Schneide a a wie ein Hohleisen S. 234 in das Holz eindringt. Deshalb wird er sich bald festklemmen, wenn nicht für eine weitere Zertheilung des Holzzylinders zwischen den Kanten a b und a c Sorge getragen würde.

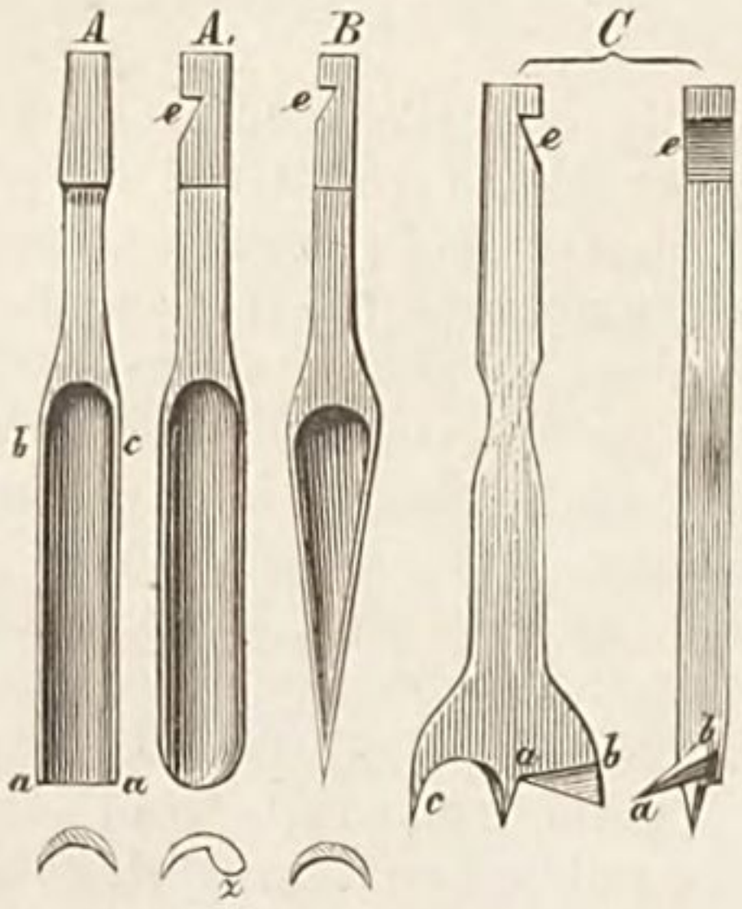


Fig. 314.

Aus diesem Grunde ist die Endkante a a dieses Bohrers zu einer Schneide auszubilden, die in der Art des Zentrumbohrers zur Wirkung gelangt und die Fasern quer durchschneidet. Diese Schneide ist entweder als ein scharf schneidender Zahn z, Fig. 314 A_1 oder so ausgebildet, dass das Bohrende löffelartig abgeschlossen ist, wodurch die Schneide einen elliptischen Verlauf nimmt, Fig. A_1, (Hohlbohrer mit Zahn, Löffelbohrer Mèche-cuiller, *Nose bit*, *Auger bit*). — Bei den Spitzbohrern ist ein solches Querschneiden durch eine besondere Vorrichtung nicht erforderlich, weil die Schneiden wegen ihrer schrägen Stellung schon ein gehöriges Zertheilen bewirken. — Wie schon S. 245 bei dem Falzhobel auf Querholz erwähnt wurde, muss, um die stehenbleibende Kantenfläche gehörig glatt herzustellen, d. h. um das Ausreissen von Fasern zu vermeiden, ein Schneidzahn vorangehen, der die Fasern längs des Hobellaufes abschneidet. Derselbe Fall liegt beim Zentrumbohrer vor, weshalb denn nebst der eigentlichen Bohrschneide (Schaufel, Cuiller, *Cutter*) a b, Fig. 314 C, ein Vorschneidzahn c anzubringen ist, der den Zusammenhang der Späne mit der Lochwand, vor dem Abheben derselben auf dem Grunde der Bohrlochs aufhebt.

Da die Arbeit des Parallelbohrers vollständig und die des Spitzbohrers annähernd mit dem Hobeln auf Querholz zu vergleichen ist, so wird auch bei diesen Bohrern der Nutzen klar, der in jener Stellung der Schneide zu den Fasern liegt, bei welcher ein allmähliches Eindringen, wie bei den schrägen Hobeleisen S. 245 stattfindet. Indem nun diese schräge Lage der Schneide dadurch erzeugt werden kann, dass man Parallelbohrer und Spitzbohrer in glühendem Zustande um ihre Achse windet, während das eine Ende derselben festgehalten wird, weil sich dabei die Schneiden in Schraubenlinien legen, so stellt man auf solche Weise namentlich gewundene Spitzbohrer her, die vorzüglich arbeiten und in das Holz eintreten, ohne einen solchen radialen Druck auszuüben, dass ein Spalten des Holzes zu befürchten wäre. Die durch das Winden konischer Bohrer entstehende schneckenhausähnliche Gestalt hat diesen Bohrern den Namen Schneckenbohrer (Tarière en hèlice, *Screw auger*) gegeben. Unter ihnen sind die steirischen Schneckenbohrer die vollkommensten, weil ihre Schneiden sehr scharf und, wie Fig. 315 A zeigt, vorzüglich auf den Schnitt gestellt sind, indem die Schraubenlinie, in der die Schneiden liegen, nach der Spitze zu so verläuft, dass der Neigungswinkel gegen die Achse des Werkzeugs immer grösser wird. Es werden diese Bohrer dadurch hergestellt, dass man die ursprünglich runde Stange platt ausschmiedet, dann rinnenförmig aufrollt und endlich windet. — Eine andere (im Bergischen) übliche Herstellungsmethode dieser Bohrer besteht darin, dass man um eine runde Stange eine schraubenförmig verlaufende Hohlkehle ausarbeitet, die etwa bis auf die Achse eindringt. Die Schneiden werden dann viel weniger

scharf, greifen schlecht an und spalten das Holz leicht auf, weshalb die bergischen Schneckenbohrer den steirischen nachstehen.

Damit die beim Bohren entstehenden Bohrspäne sich nicht in dem Bohrloche einklemmen und dadurch unnütze Reibungswiderstände erzeugen, oder zwischen die Schneiden gerathen, muss vor Allem zwischen dem Bohrkörper und der Lochwand möglichst viel Spielraum sein. Um denselben zu gewinnen, macht man daher den Bohrer und die Verlängerung des eigentlichen Bohrers so dünn, als die Festigkeitsverhältnisse nur irgend erlauben. Das platt geschmiedete Stück eines Metallbohrers, das zur Bohrspitze oder zum Zentrumbohrer ausgebildet ist, bekommt daher eine Dicke, welche kaum $^1/_3$ bis $^1/_4$ des Lochdurchmessers beträgt. — Bei dem Zentrumbohrer für Holz werden diese Theile noch schwächer; und bei den Parallelbohrern und Spitzbohrern auf Holz wird durch die Rinnenform ein Hohlkörper [Hohlbohrer, *Shell bit* [1]), konischer Hohlbohrer, *Taper bit*] gebildet, der zur Aufnahme vieler Späne wegen der halbrunden Querschnittsgestalt sehr dünnwandig sein kann, ohne die erforderliche Steifheit zu verlieren. Auch aus diesem Grunde sind die steirischen Schneckenbohrer den bergischen vorzuziehen.

Das Volumen der Bohrspäne ist offenbar stets grösser als das des Bohrloches, aus dem sie entstanden sind. Deshalb und weil auch der Bohrer im Loche sich befindet, haben die Späne zwar schon eine Tendenz, sich aus dem Loche herauszudrängen, die in vielen Fällen, z. B. bei den gewöhnlichen Spitz- und Zentrumbohrern, für ausreichend betrachtet wird, die aber doch zweckmässig durch eine besondere Bohrerkonstruktion noch eine Erhöhung findet. Der solchen Konstruktionen zu Grunde liegende Gedanke ist die Bildung einer schiefen aufsteigenden Fläche, gewöhnlich einer Schraubenfläche, an welcher die Späne sich in die Höhe schieben. Die mit solchen Flächen ausgestatteten Bohrer bilden die Gattung der Schraubenbohrer oder gewundenen Bohrer [Tarière torse, T. à filet, *Twisted auger*, *Screw bit*, *Screw auger*] [2]), so genannt, weil sie der grössten Zahl nach durch Winden des Bohrschaftes im glühenden Zustande um die Achse oder um einen die Achse repräsentirenden runden Stab hergestellt werden. Bei einigen derselben wird auch die auf der Oberfläche des *runden* Bohrschaftes schraubenförmig herlaufende Nuth ausgefräst [Spiralbohrer, Foret à spirale, *American twisted drill*] [3]). — Nimmt man dann eine glatte, überall gleich breite Schiene als Bohrschaft zur Grundlage eines Schraubenbohrers, so entsteht der Bohrer Fig. 315 B, der gewissermassen mit einer zweigängigen steilen Schraube zu vergleichen ist und vier Kanten erhält, wovon stets je zwei vorausgehen und das Loch, soweit es die ungünstigen Schneidwinkel gestatten, glatt ausschneiden. Nimmt *man* dahingegen einen prismatischen Stab und wickelt denselben schraubenförmig um einen Dorn, so entsteht der Bohrer Fig. 315 C, der als eine einfache Schraube mit starkem Gewinde ohne Kern zu betrachten ist. Je nach dem Querschnitt des gewundenen Prismas kann man in diesem Falle die Kante mehr oder weniger zum Schneiden ausbilden. —

Auch die eben genannten Spiralbohrer, Fig. 315 D, können dadurch erzeugt werden, dass man eine runde Stange, an deren Oberfläche eine Nuth von der Form Fig. 315 E sich befindet, um die Achse dreht. — Wie bei den gewundenen Bohrern und Spiralbohrern die Schneiden ange-

---

1) Polyt. Centr., 1869. S. 1005. 2) Dingler's Journ., Bd. 24. S. 358; Bd. 193. S. 406. — Polyt. Centr., 1838. S. 102; 1839. S. 193; 1851. S. 60. 3) Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 141; 1871. S. 130. — Dingler's Journ., Bd. 187. S. 287. — Polyt. Centr., 1869. S. 1632; 1870. S. 961; 1871. S. 956.

bracht werden, lassen die Figuren ohne Weiteres erkennen, wenn bemerkt wird, dass a b die Schneide bezeichnet.

Damit ein Bohrer sich in dem Bohrloche nicht verläuft, d. h., damit ein Bohrer ein gerades und rundes Loch erzeugt, ist es erforderlich, dass derselbe gehörig steif geführt wird. Wenn der Bohrer aus freier Hand die Führung erhält, so ist leicht ersichtlich, dass ein Spitzbohrer durch die schräg gestellten Schneiden ein natürliches Bestreben hat, sich stets selbst zu zentriren, und dass die gewundenen Bohrer an den schraubengangartigen Flächen, die ja in einer Zylinderfläche liegen, in dem Loche selbst eine sehr sichere Führung erhalten, so dass bei dieser Gattung von Bohrern mit Schraubenwindungen ausser dem günstigen Einfluss auf das Entfernen der Späne auch noch die vorzügliche Führung beachtenswerth ist. Die gewöhnlichen Zentrumbohrer, Fig. 313 B u. Fig. 314 C, entbehren dieser Führung und fordern deshalb auch eine gewisse Geschicklichkeit in der Handhabung, die sich jedoch bald erwerben lässt. — Ausserdem werden dieselben oft zur Führung mit einer Mittelpunktspitze s (Mouche, Tétine) oder einem Führungszapfen z, Fig. 313, (Zapfenbohrer, Mèche à teton, *Pin-drill*) versehen, der in ein vorgebohrtes Loch gesteckt wird. — Mitunter erhalten die Bohrer, desselben Zweckes halber, einen halbkreisförmigen Querschnitt, z. B. zum Bohren der Kanonen (Kanonenbohrer).

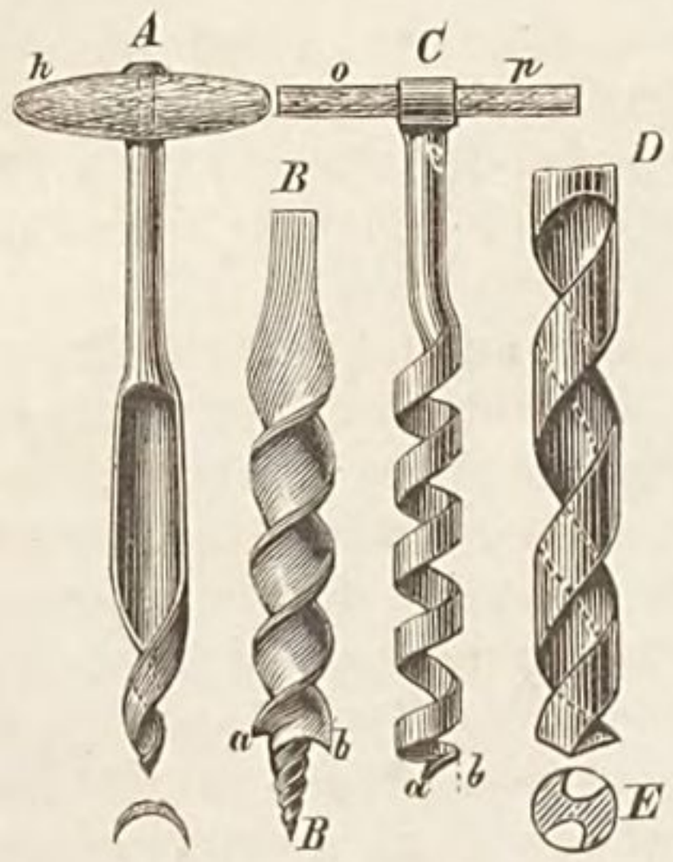


Fig. 315.

Um den Bohrer zur Wirkung zu bringen, müssen zwischen ihm und dem Arbeitsstück zwei Relativbewegungen erzeugt werden, eine drehende um die Achse des Loches als Hauptbewegung und eine fortschreitende längs derselben als Schaltbewegung. Wenn zwar beide ebensowohl dem Arbeitsstück als dem Werkzeug ertheilt, als auch auf Arbeitsstück und Werkzeug vertheilt werden können, so kann hier gleich vorausgeschickt werden, dass es Regel ist, beide Bewegungen von dem Werkzeug ausführen zu lassen und zwar so, dass eine gleichförmige, oder eine hin- und hergehende, oder eine periodisch wiederkehrende Drehbewegung sich mit einer während des Angreifens eintretenden, fortschreitenden Bewegung (die also kontinuirlich oder absetzend sein kann), kombinirt.

Die Bewegungen des Bohrers werden nun entweder direkt mit der Hand (Handbohrer) oder vermittelst eines Geräthes (Geräthbohrer), oder einer machinalen Vorrichtung (Bohrmaschine) ausgeführt.

1. **Handbohrer.** Da die menschliche Hand einer kontinuirlichen Drehung nicht fähig ist, einen Bohrer deshalb auch nur absetzend zu drehen, und ausserdem einen starken Druck dauernd nicht auszuüben vermag, so kann sie nur höchst unvortheilhaft wirken. Aus diesem Grunde ist die Anwendung der Handbohrer eine geringe, und durchaus zum Gebrauch in Holz beschränkte. Zum bequemen Anfassen des Bohrers zum Bohren aus freier Hand sind dieselben, Fig. 315 A, mit einer platt geschlagenen Angel so durch ein 4 bis 10 cm. langes Holzheft h gesteckt, dass zur Vermeidung des Spaltens die Breite der Angel quer steht. — Grössere Bohrer erhalten statt der Angel einen Ring g zur Aufnahme eines hölzernen Querheftes o p, das mit beiden Händen gefasst wird, und deshalb 30 bis 90 cm. lang ist. In diese Kategorie der Hefte gehört auch das Wendeisen (Windeisen, Tourne à

gauche, *Wrench*), welches aus einer langen eisernen Stange besteht, die mit einem in der Mitte sitzenden viereckigen Loch auf das viereckige Ende des Bohrers gesetzt und oft durch zwei Personen gedreht wird, z. B. zum Ausbohren hölzerner Pumpen- und Wasserleitungsröhren vermittelst der Schneckenbohrer.

Um bei diesen Bohrern das Einziehen in das Holz zu befördern, ohne einen grossen Druck ausüben zu brauchen, erhalten die Bohrer fast immer eine in das Holz voraustretende konische Zugschraube, Fig. 315 B, ausgenommen bei den Löffelbohrern, wo der den Löffel bildende Zahn auch ein gewisses Einziehen bewirkt.

Zu den Handbohrern gehören die allgemein bekannten Nagelbohrer; der Zapfenbohrer (Bondonnière, *Tap borer*) der Böttcher, ein konischer Hohlbohrer zum Ausbohren des Loches im Fasse, welches den Hahn aufnehmen soll; der Spundbohrer (Bondonnière, *Bung borer*) zur Herstellung des Spundloches; der Ausreiber, ein sehr schlanker Hohlbohrer zum Nacharbeiten der Höhlungen in hölzernen Blasinstrumenten.

2. **Geräthbohrer.** Wenn allerdings die kontinuirliche Drehbewegung die günstigste Hauptbewegung für den Bohrer ist, so kann doch unter Umständen eine abwechselnde oder absetzende Drehbewegung zweckmässiger, ja sogar allein möglich sein, weshalb die zum Geräthbohrer gehörenden Geräthe eingetheilt werden können in: 1) solche für eine abwechselnde, 2) solche für eine kontinuirliche und 3) für eine absetzende Bewegung.

a. Zur Hervorbringung der ersten Bewegung dient die Drehrolle mit dem Drehbogen (Rollenbohrer) und die Bohrspindel mit steiler Schraube. Die hierher gehörende, früher sehr gebräuchliche Rennspindel ist fast ganz ausser Gebrauch gesetzt worden.

Das Wesen des Rollenbohrers (Foret à l'archet, *Drill with ferrule*) besteht in einer Rolle (Boite, *Box*) a, Fig. 316 A, mit rundum laufender Furche, aus Metall, Horn oder Holz, welche entweder auf den Bohrer b gesteckt wird, oder auf einer Spindel sitzt, in welche man den Bohrer b einsteckt, Fig. 316 B. Um die Rolle a, Fig. 316 C, läuft ein Pferdehaar, eine Darmsaite, eine gewöhnliche Schnur, oder eine Schnur aus Aalhaut, oder endlich ein schmaler Lederriemen s s, welche durch einen Bogen aus Fischbein, Stuhlrohr oder einer Stahl(Rapier)klinge r gespannt und hin- und hergezogen wird (Drillbogen, Drehbogen, Bohrbogen, Fiedelbogen, Archet, *Drill bow*). Die Rolle a setzt sich dadurch in schnelle hin- und hergehende Drehbewegung und theilt die Bewegung dem Bohrer mit. Zur Führung dient die Spitze c, welche während der Arbeit entweder in die seitwärts an den kleinen Tischschraubstöcken S. 53 sitzenden Grübchen, oder in Grübchen eines in die Werkbank eingesetzen Bohrstöckchens, oder vor die Brust des Arbeiters geschnallten Brettes (Brustbrett, Bohrbrett, Palette, Conscience, *Breast plate*) eingesetzt wird.

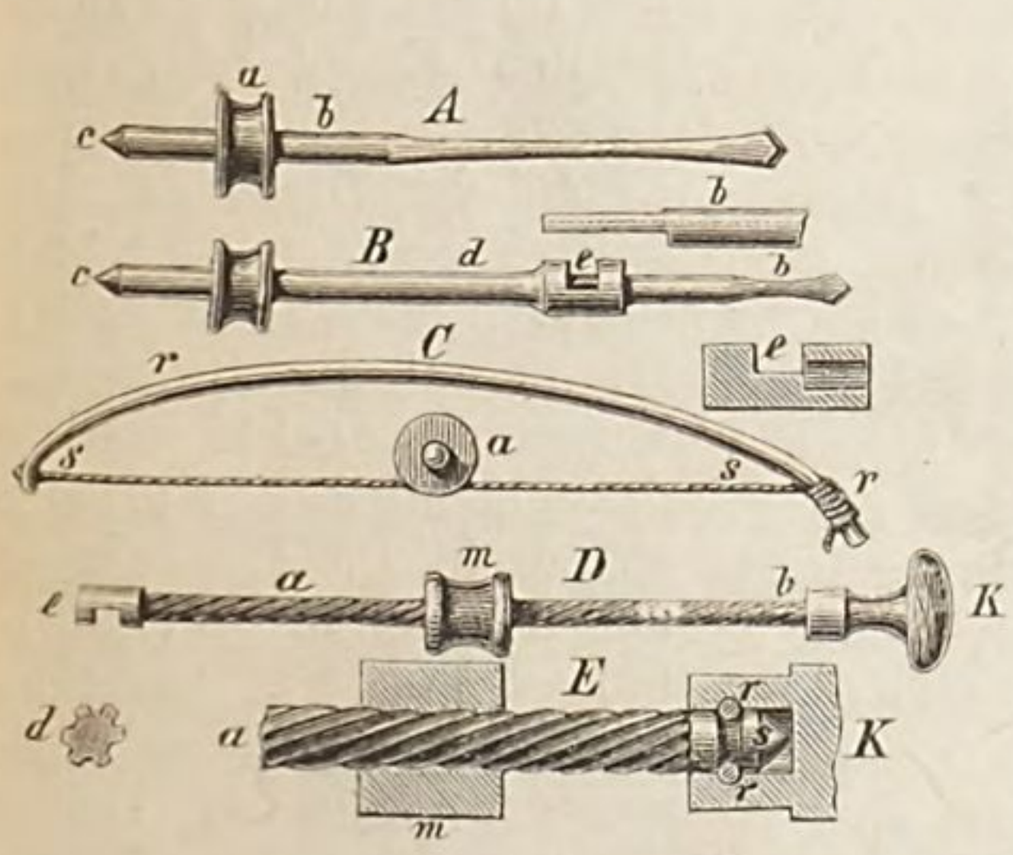


Fig. 316.

Die Bohrspindel mit steiler Schraube [Archimedischer Bohrer, Bohrer mit archimedischer Schraube, Foret à vis d'Archimède,

Archimedian drill] [1]) Fig. 316 D, E besteht, gewöhnlich aus Triebstahl (Triebdraht aus Stahl S. 192), der um die Achse so gewunden ist, dass die Erhöhungen auf dem Drahte steile Schraubengänge mit einem Steigungswinkel bilden, der bedeutend grösser als der Reibungswinkel und etwa 70 Grad ist. Auf dieser Schraube a b, welche in dem Knopfe K drehbar befestigt und am Ende e zur Aufnahme des Bohrers eingerichtet ist, befindet sich eine Mutter m, welche bei einer Bewegung längs der gewundenen Stange diese und damit den Bohrer hin- und herdreht. Zur Vermeidung des Herausfallens aus dem Kopfe erhält die Bohrstange bei r r eine herumlaufende Nuth, durch welche seitwärts zwei Stifte eingeschoben werden, die durch den Kopf K gehen. Die Spitze s hebt den Druck auf diese Stifte auf.

In dieser einfachsten Gestalt hat dies Bohrgeräth die Rennspindel und zum Theil auch den Rollenbohrer verdrängt, weil das Bohren damit viel sicherer möglich ist. Manche andere Ausführungen sind versucht, und zum Theil in Aufnahme gekommen [2]).

Die beiden ebengenannten Bohrgeräthe waren ursprünglich für kleine zweischneidige Bohrer bestimmt, um dieselben mit grosser Geschwindigkeit aber mit, wegen ihrer Kleinheit, erforderlichem geringem Druck zur Wirkung zu bringen. Statt der schlecht schneidenden, zweischneidigen Bohrer benützt man aber neuerdings, namentlich beim Bohren grösserer Löcher, in diesen Geräthen auch einschneidige Bohrer, weil diese viel kräftiger angreifen.

b. Um den Bohrer in eine kontinuirliche Drehbewegung zu bringen, wird derselbe direkt oder durch Zwischenmittel mit einer von der Arbeiterhand gedrehten Kurbel in Bewegung gesetzt, die zugleich auf den Bohrer den zur fortschreitenden Bewegung erforderlichen Druck überträgt.

Je nach der Art der Anwendung ist diese Kurbel verschieden konstruirt.

1) Die Brustleier, bei den Holzarbeitern Bohrwinde, Winde, Faustleier, Drehbohrer, Drauf, Draufbohrer [Vilebrequin, Drille à arcon, *Brace*, *Breast-brace*, *Hand brace*] [3]) genannt, besteht, Fig. 317, wesentlich aus einem c-förmigen Holz- oder Eisenstück a, welches bei b den Bohrer und oben einen breiten Knopf oder eine Eisenplatte aufnimmt, die gegen die Brust des Arbeiters gestützt wird, um dadurch einen gehörigen Druck auf die Bohrspitze auszuüben, und in welchem die eigentliche Kurbel a sich dreht. Die Befestigung des Bohrers in der Bohrhülse b kann auf verschiedene Weise erfolgen. Entweder besitzen die Bohrer eine viereckige Angel A, B, C, Fig. 313 S. 303, mit welcher sie in das viereckige Loch der Hülse gesteckt und ohne weiteres, oder durch eine Druckschraube oder eine Feder, Fig. 317 D, festgehalten werden, oder sie befinden sich ein für allemal fest an einem Holzstück, Fig. 317 E, F, wel-

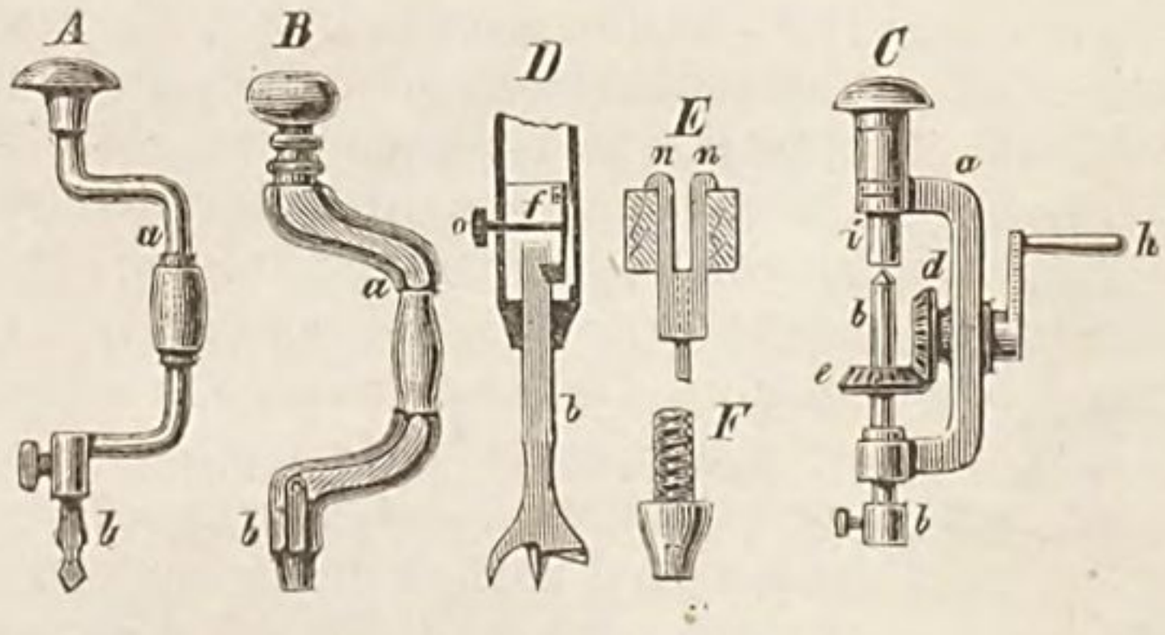


Fig. 317.

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1854. S. 18 u. 139; 1865. S. 247. 2) Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 192. — Dingler's Journ., Bd. 176. S. 273. 3) Werthheim, Werkzeugkunde. Wien 1869.

ches in die Hülse eingeschraubt wird, oder mit einem Spalte und zwei Nasen n n versehen ist, welche beim Durchstecken durch die Hülse b über die Ränder derselben schnappen. Zum Herausnehmen des Bohrers aus der Leier B wird, wie bei D gezeichnet ist, die Feder f durch den Knopf o zurückgedrängt. Von diesen Geräthen ist die in Fig. 317 A dargestellte namentlich für Bohrer auf Metall, die andern für Holzbohrer in Gebrauch.

Eine Abart der Brustleier ist der Eckenbohrer [1]), Fig. 317 C, der wesentlich die Bestimmung hat, in Vertiefungen zu arbeiten, welche ein Herumdrehen der Leier nicht gestatten. Zu dem Zwecke ist der Drehapparat seitwärts angebracht. Derselbe besteht aus der Handkurbel h, welche durch die Kegelräder d und e die Bewegung auf die Bohrspindel b überträgt, die sich mit einer Spitze gegen das Stück i stützt, um von dem Knopf C den erforderlichen Druck zu bekommen, und ausserdem noch ein Halslager hat. Ausserdem besitzt der Eckenbohrer noch den Vortheil, dass man durch Auswechselung der Räder d und e je nach dem zu überwindenden Widerstande grössere oder kleinere Geschwindigkeiten übertragen kann, weshalb sie sowohl für Metall- als Holzarbeiter sehr beliebt geworden sind.

2) Die Bohrkurbel mit Gestell. Der durch die Brust des Arbeiters auszuübende Druck erreicht nicht nur bald die Grenze, sondern ist auch in hohem Grade gesundheitsschädlich, weshalb die Brustleier immer nur vorübergehend und weniger beim Bohren in Metall als beim Bohren in Holz gebraucht wird. Um in Metall grössere und tiefere Löcher herzustellen, wird daher der Druck auf andere Weise hervorgebracht, und weil er grösser, ist auch die Kurbel, welche nunmehr ein Brustblech nicht mehr besitzt und auch den Namen Bohrkurbel (Fût, *Crank beace*) führt, viel stärker konstruirt, wie Fig. 318 K zeigt. Der Druck wird entweder durch einen Druckbaum erzeugt, der aus einer Eisenstange oder einer starken Holzlatte besteht, die mit einem Ende in einen Ring, ein Loch der Mauer u. s. w. gesteckt, mit der Unterkante in etwa $^1/_3$ der Länge auf die Bohrkurbel gelegt und am anderen Ende gehörig beschwert wird. Um das Abgleiten von der Kurbel zu vermeiden, wird eine Spitze angebracht, die in ein Grübchen der Bohrkurbel tritt. Am häufigsten wird der Druck jedoch durch eine Presschraube hervorgebracht, welche mit einer Spitze in das Grübchen der Bohrkurbel eintritt. Zur Führung der Schraube ist dann eine Mutter erforderlich, die in einem passenden Gestell (Bohrgestell) sitzen muss, das aus Zweckmässigkeitsgründen verschieden konstruirt ist, und mit der Kurbel zusammen auch Bohrmaschine (Potence, Machine à percer, *Drilling frame*) genannt wird. Das Gestell ist feststehend oder transportabel. Das feststehende sitzt entweder drehbar an einer Wand über dem Arbeitstisch (Wandbohrmaschine), oder fest auf dem Arbeitstisch [Tischbohrmaschine, Säulenbohrmaschine, *Drilling pillar*] [2]).

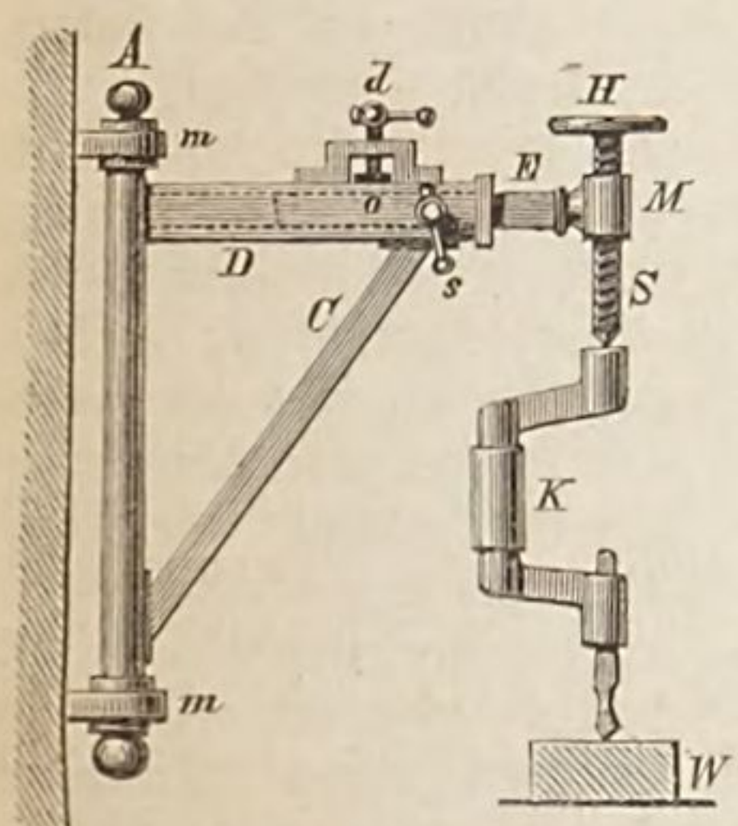


Fig. 318.

1) Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 267. — Dingler's Journ., Bd. 193. S. 358.
2) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1871. S. 402. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 192; 1872. S. 84 u 143. — Polyt. Centr., 1843. S. 485; 1870. S. 1029; 1871. S. 105 u. 708; 1875. S. 1006. — Dingler's Journ., Bd. 202. S. 89; Bd. 205. S. 95.

Bei diesen Bohrmaschinen ist es zweckmässig, die Einrichtung so zu treffen, dass man mit der Bohrspitze leicht nach allen Stellen des Arbeitsstückes gelangen kann, selbst wenn die Grösse des letzteren sehr variirt. Die in Folgendem beschriebenen Bohrmaschinen dieser Art können als Muster derselben angesehen werden.

Die Fig. 318 stellt eine Wandbohrmaschine dar, welche zunächst aus den zu einem Dreieck vereinigten Gestelltheilen A, D und C besteht, wovon A als Drehachse anzusehen ist, weil dieses Stück drehbar in den zwei in die Wand eingelassenen Oesen m m steckt. In dem hohlen Arm D verschiebt sich die runde Stange E, welche bei M eine Mutter zur Aufnahme der Schraubenspindel S besitzt, welche, durch das Handrad H drehbar, die Bohrkurbel K gegen das Arbeitsstück W presst. Die Verschiebbarkeit der Stange E gestattet diese Schraube in grössere oder weitere Entfernung von der Wand zu bringen, während ihre Drehbarkeit in einer vertikalen Ebene die Kurbel K in verschiedene Stellungen zu bringen vermag. Die Klemmschraube s stellt die Stange E in dem Arm D fest, und die Druckschraube d, welche auf einen eisernen Bogen o wirkt, der mit der Wand verbunden, hält den ganzen Apparat in einer festen Stellung.

In Fig. 319 ist eine Bohrmaschine dargestellt, die zugleich eine feststehende und eine transportable repräsentirt. Der Bohrer a steckt in dem Kopf der Bohrspindel b, welche durch die Schraube c mit Hilfe des Handrädchens d gegen das Arbeitsstück gedrückt wird und daher den Vorschub des Bohrers bewirkt. Die Drehung des Bohrers wird durch die Handkurbel h, vermittelst der kleinen Achse x und zwei Kegelräder (also wie bei dem Eckenbohrer) hervorgebracht. Die Achse x geht durch die Büchse m, welche auf der Hauptstange (Säule) A verschiebbar und durch die Klemmschraube o festzustellen ist, und den Bügel B, welcher unten die Bohrspindel und oben die Mutter für die Druckschraube trägt, und um die Achse x drehbar ist, in Folge dessen die Bohrspitze sich in einem vertikalen Kreise bewegen und in jeder Richtung gegen das Arbeitsstück stellen lässt. Ferner geht die Bohrspindel b durch die Schraube c hindurch und trägt oben bei d ein kleines Sperrad und eine viereckige Verlängerung. Indem nun die Handkurbel h auf diese Verlängerung gesteckt wird, fasst sie die Bohrspindel und dreht sie ohne die Kegelräderübersetzung, wodurch das Bohren grösserer Löcher ermöglicht wird. Das Vorhandensein des Sperrades, in welches ein an der Kurbel h sitzender Sperrkegel eingreift, gestattet ferner die Verwendung dieser Bohrmaschine in den Fällen, wo Hindernisse für die Drehung der Kurbel im ganzen Kreise vorhanden sind, also dieselbe Verwendung als die später zu erwähnende Bohrknarre.

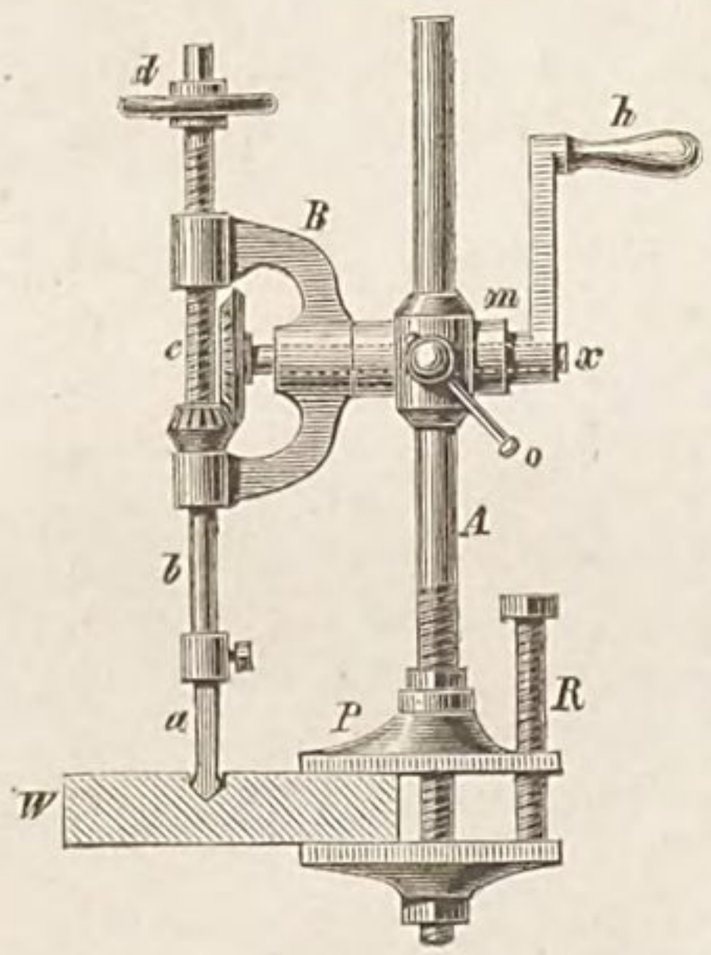


Fig. 319.

Die ganze Maschine endlich kann durch eine Art Parallelschraubstock P mit dem Arbeitsstück oder der Werkbank W verbunden, selbstverständlich auch nach Wegnahme der Stützschraube R, in einem Loch der Werkbank befestigt werden. Ehe man zur Konstruktion dieses Universalbohrgeräthes überging, gab es mancherlei andere Anordnungen der Säulen- und transportablen Bohrmaschinen [1]).

1) Prechtl's Technol. Encyklop., Bd. 21. S. 582. — Karmarsch, Katalog, Bl. 5 u. 6.

4) Kurbel mit Schraube und Hebel[1]). Um die Bohrkurbel auch in Räumen gebrauchen zu können, welche die Anbringung eines Bohrgeräthes nicht zulassen, ändert man die Kurbel so ab, dass durch den oberen Theil eine Schraube geht, welche mit ihrer Spitze sich gegen einen festen Gegenstand, z. B. die Wand eines Gefässes legt, wenn dieser Wand gegenüber ein Loch gebohrt werden soll. In solchen Fällen ist man aber auch gewöhnlich verhindert, den Bohrer durch die Kurbel vollständig im Kreise herumzudrehen, und gezwungen sich mit einer absetzenden, also periodisch wiederkehrenden Drehbewegung in einem mehr oder weniger kleinen Bogen zu behelfen. Es fällt dann die Kurbel als solche weg und wird durch einen Hebel ersetzt, welcher, Fig. 320 A, durch einen Schlitz o der stark verdickten Bohrspindel b gesteckt und soweit als thunlich gedreht, herausgenommen und wiederholt von neuem eingesteckt und gedreht wird, während die Schraube S von Zeit zu Zeit durch einen Stift, der in Löcher des Knopfes a gesteckt wird, herausgeschraubt wird, um den erforderlichen Druck auszuüben.

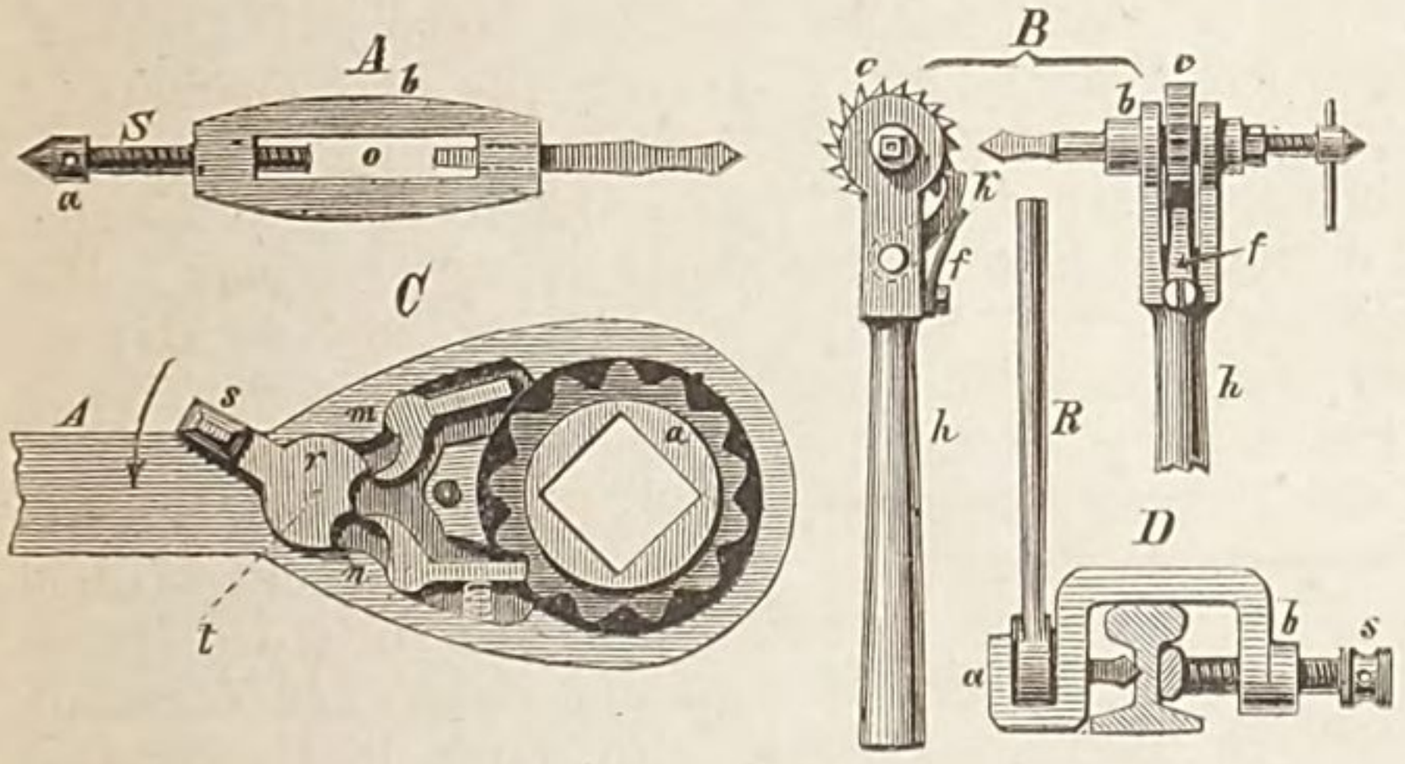


Fig. 320.

Es ist leicht zu erkennen, dass das Bohren mit diesem Geräth sehr langsam von statten geht, namentlich in Folge des Zeitverlustes, der durch das Ausziehen und Einstecken des Hebels entsteht; auch fordert dasselbe eine Drehung von 180° bei einem, oder von 90° bei zwei sich rechtwinklig kreuzenden Schlitzen, die in vielen Fällen nicht auszuführen ist. —

Um diese Mängel zu beseitigen, hat man, Fig. 320 B, den gabelförmigen Hebel h mit der Bohrspindel b um deren Achse drehbar verbunden, und die Bohrspindel durch ein auf ihr sitzendes Sperrad c und einen an dem Hebel sitzenden Sperrkegel k in Drehung gesetzt, wie die Zeichnung ohne Weiteres erkennen lässt. Wegen des Schnarrens, welches zwischen Sperrad und Sperrkegel beim Rückgange des Hebels entsteht, da letzterer durch die Feder f stets an die Zähne gedrückt wird, hat dieses höchst nützliche Bohrgeräth den Namen Bohrknarre (Bohrratsche, Ratschbohrer, Ratsche, Knarre, Cliquet pour percer, Perçoir à rochet, Raquette perceuse, *Ratchet drill*, *R. brace*, *Rock drill*, *Cat-rake*) erhalten. Dasselbe hat im Laufe der Zeit mancherlei abgeänderde Konstruktionen erfahren[2]), so z. B. um die Vorschiebung der Druckschraube selbstthätig zu machen; die Drehung des Bohrers in einer Richtung während beider Hebelbewegungen zu bewirken; durch ein Sperrad, das die Form einer

---

1) Karmarsch, Katalog, Bl. 6. 2) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1871. S. 402. — Organ für Eisenbahnwesen, 1869. S. 128. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 192; 1874. S. 176. — Polyt. Centr., 1842. S. 390; 1847. S. 1465; 1850. S. 1093; 1852. S. 804 u. 986; 1856. S. 329; 1859. S. 1122; 1864. S. 366; 1865. S. 627; 1867. S. 368; 1868. S. 869; 1871. S. 708; 1875. S. 1374. — Dingler's Journ., Bd. 132. S. 252; Bd. 171. S. 344; Bd. 176. S. 178; Bd. 189. S. 365; Bd. 190. S. 84; Bd. 214. S. 102; Bd. 218. S. 22.

Kugel hat, (*Ball ratschet brace*), um den Hebel auch schräg gegen die Achse stellen zu können u. s. w. — Hier mag es genügen, eine dieser Neuerungen als besonders beachtenswerth vor Augen zu führen, weil der Apparat höchst kompendiös und brauchbar eingerichtet ist. Die allgemeine Anordnung geht aus Fig. 320 C hervor. Der Hebel A trägt einen Kopf, durch welchen die Bohrspindel mit der Vorschubschraube wie bei der Ratsche Fig. 320 B hindurch geht. Der Bewegungsapparat, also der Sperrkegel mit dem Sperrade liegt in dem Kopfe. Zunächst ist eine Nuss a vorhanden, welche an der Peripherie Sperrzähne besitzt und mit zwei Absätzen in entsprechend runden Oeffnungen des Kopfes gehalten und geführt wird. In demselben Gehäuse befinden sich sodann zwei Sperrkegel m und n, welche durch kleine Spiralfedern stets in die Zähne gedrückt werden, wie bei n sichtbar ist. Demnach wird, wenn der Hebel in der Richtung des Pfeils gedreht wird, ein Mitnehmen der Nuss und des durch die viereckige Oeffnung derselben gehenden Bohrers bewerkstelligt. Zur Vermeidung der Rückdrehung der Nuss durch den zweiten Sperrkegel m wird der letztere durch das eingelegte Stück r vermittelst eines kleinen Vorsprungs in der gezeichneten Lage festgehalten. Soll der Bohrer eine der Pfeilrichtung entgegengesetzte Drehrichtung erhalten, so wird das Stück s in der Richtung A gedreht, wodurch m ein- und n ausgelöst wird. Steht aber das Stück r in der Werkzeugachse, so sind beide Sperrkegel eingestellt, und eine feste Verbindung zwischen Nuss und Hebel erreicht. Die Theile m, n und r drehen sich in ausgesparten runden Löchern, also ohne eigentliche Zapfen.

Es ist nicht immer möglich, ohne Umstände für die Spitze der Druckschraube einer Bohrknarre einen gehörigen Festpunkt zu schaffen. Darum kann eine Einrichtung oft sehr gute Dienste leisten, welche in Fig. 320 D gezeichnet ist. Dieselbe besteht aus dem Bügel a b, der an einer Seite (a) die Knarre mit dem Hebel R und an der anderen Seite (b) die Druckschraube s aufnimmt und das Arbeitsstück — in diesem Falle eine Eisenbahnschiene, in welche Laschenlöcher gebohrt werden sollen — umfasst.

Aus denselben Gründen, welche für die Konstruktion bereits erwähnter Werkzeugmaschinen geltend gemacht worden sind, werden auch die Bohrwerkzeuge sowohl auf Metall als Holz mit machinalen Vorrichtungen zum Betrieb für Elementar- und Muskelkraft eingerichtet, also Bohrmaschinen [1]) gebaut. Die für allgemeine Zwecke dienenden Bohrmaschinen haben die Aufgabe, Löcher in Metall oder Holz aus dem Vollen zu bohren, oder bereits vorhandene Löcher zu erweitern, (Ausbohren). Während daher im ersten Falle sowohl Spitzbohrer, Zentrumbohrer oder Parallelbohrer angewendet werden können, sind im zweiten Falle nur Parallelbohrer zu verwenden. Auch sind in der Regel die Arbeitsstücke, welche ausgebohrt werden sollen, von bestimmter (zylindrischer oder konischer) Gestalt und die Löcher von grossem Durchmesser (Dampf- und Gebläse-Zylinder, Pumpenstiefel, Wasserhähne u. s. w.), während die Löcher, welche aus dem Vollen gebohrt werden, von geringerem Durchmesser und die bezüglichen Arbeitsstücke von der vielfältigsten Beschaffenheit sind. Aus diesen Gründen sind die Konstruktionen dieser beiden Gattungen von Bohrmaschinen ziemlich abweichend, weshalb man nach dieser Richtung die Bohrmaschinen eintheilt in Löcherbohrmaschinen und Ausbohrmaschinen.

1) Hartig, Werkzeugmasch., S. 146. — Wiebe, Maschinenmaterialien, Bd. 1. S. 583. — Hesse, Werkzeugmasch. d. Wien. Ausst., S. 125. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1869. S. 649; 1871. S. 142. — Deutsch. Ind.-Zeitg., 1869. S. 214. — Prakt. Masch.-Constr., 1873. S. 107.

1) **Löcherbohrmaschinen** (Maschine à percer, *Drilling machine*). Das Werkzeug der Löcherbohrmaschine ist zunächst verschieden, je nachdem dasselbe auf Metall oder Holz arbeiten soll.

Auf Metall braucht man zu Löchern bis zu etwa 20 mm. Durchmesser Spitzbohrer und darüber hinaus gewöhnlich Zentrumbohrer; in beiden Fällen aber Spiralbohrer. Auf Holz dahingegen je nach der Richtung des Loches Hohlbohrer, Zentrumbohrer, Schneckenbohrer und gewundene Bohrer, namentlich aber die letzteren.

In Bezug auf die Haupt- und Schaltbewegung ist zu bemerken, dass die Hauptbewegung stets dem Werkzeug und die Schaltbewegung fast ohne Ausnahme ebenfalls dem Werkzeuge zuertheilt wird. Zur Hervorbringung dieser Bewegung erhält die Bohrspindel oder Bohrstange sowohl eine Drehbewegung als eine Verschiebung. Die Bohrspindel hat bei den Metallbohrmaschinen fast ausschliesslich eine vertikale Lage (Vertikalbohrmaschine); bei den Holzbohrmaschinen liegt sie auch oft horizontal. Die Antriebsvorrichtungen sind in so fern verschieden, als die Spindel zur Drehung gewöhnlich durch Zahnräder, mitunter durch Riemscheiben angetrieben, und die Längsverschiebung durch eine Leitsschraube, einen Hebelapparat, oder eine Zahnstange entweder durch die Arbeiterhand oder selbstthätig hervorgerufen wird [1]). — Das Arbeitsstück liegt passiv auf einem Tisch, der bei kleinen Bohrmaschinen festliegt und nur Apparate (bei Metallbohrmaschinen gewöhnlich einen Parallelschraubstock, bei Holzbohrmaschinen Schraubzwingen) zur Aufnahme des Arbeitsstückes trägt, bei grossen Maschinen je nach der Dicke des Arbeitsstückes vertikal verstellbar und mit Kreuzsupport ausgestattet ist [2]).

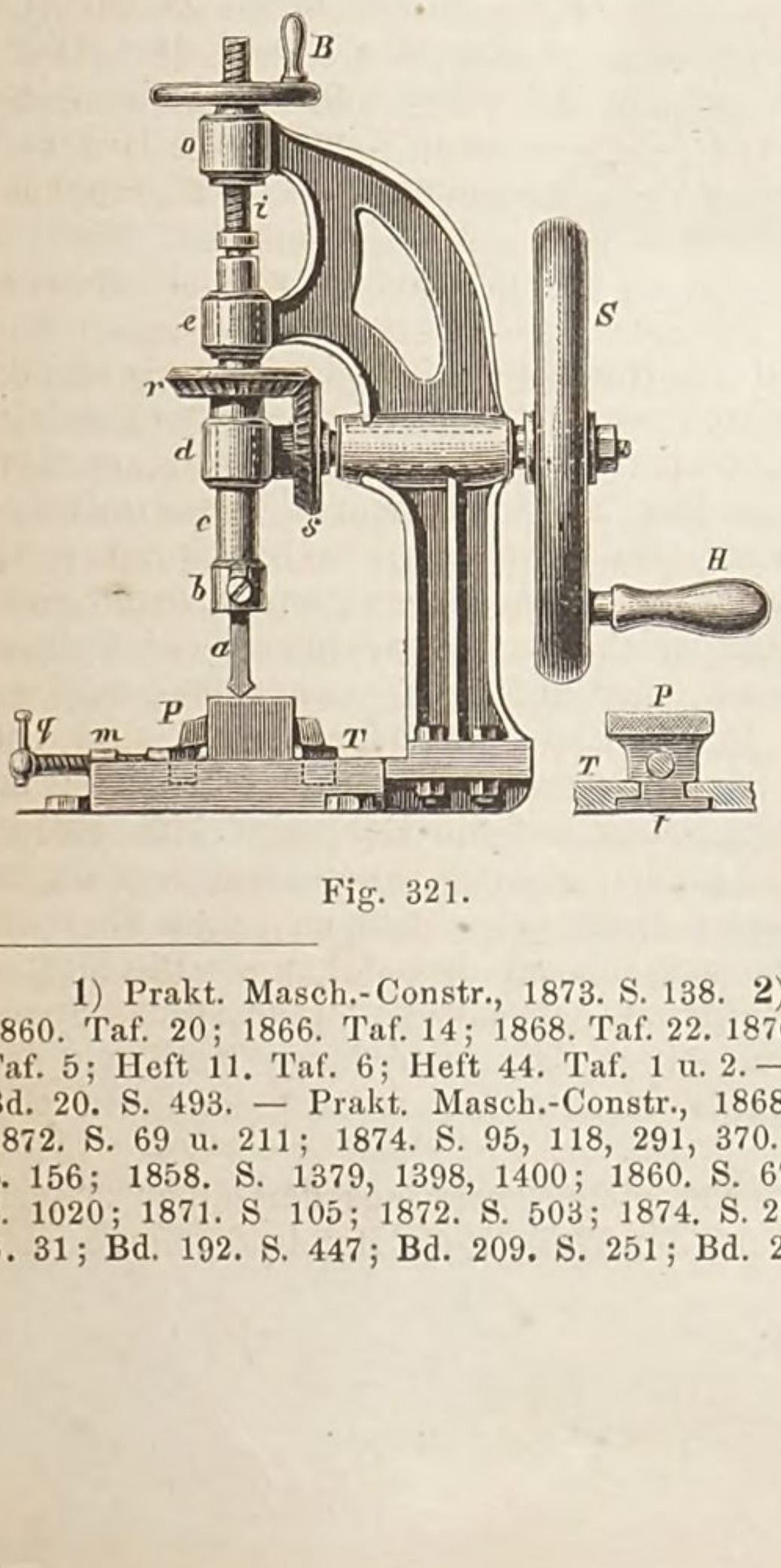


Fig. 321.

Zur Erläuterung des Vorhergehenden mögen folgende Beschreibungen gewöhnlicher Anordnungen dienen, welche in den Einzelheiten viele Abänderungen zulassen und aufweisen [3]).

In Fig. 321 ist eine kleine Handbohrmaschine für Metall dargestellt. Der Bohrer a sitzt in dem Bohrkopf b der Bohrspindel c, die an den zwei Stellen d, e gelagert ist und durch das Kegelrad r von einem Kegelrad s aus durch den, an dem Schwungrad S sitzenden Handgriff H in Bewegung gesetzt wird. Der Vorschub erfolgt durch die Schraube i, welche vermöge einer in der verlängerten Nabe des Handrades B sitzenden Mutter verschoben wird, die in dem

---

1) Prakt. Masch.-Constr., 1873. S. 138. 2) Polyt. Centr., 1872. S. 503. 3) Hütte, 1860. Taf. 20; 1866. Taf. 14; 1868. Taf. 22. 1870. Taf. 11. — Wiebe, Skizzenb., Heft 2. Taf. 5; Heft 11. Taf. 6; Heft 44. Taf. 1 u. 2. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 2. S. 385; Bd. 20. S. 493. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 163 u. 314; 1870. S. 34 u. 150; 1872. S. 69 u. 211; 1874. S. 95, 118, 291, 370. — Polyt. Centr., 1852. S. 987; 1857. S. 156; 1858. S. 1379, 1398, 1400; 1860. S. 671 u. 1579; 1869. S. 30 u. 634; 1870. S. 1020; 1871. S 105; 1872. S. 503; 1874. S. 23 u. 1208. — Dingler's Journ., Bd. 127 S. 31; Bd. 192. S. 447; Bd. 209. S. 251; Bd. 216. S. 14.

Stück o drehbar, aber an der Längenverschiebung verhindert, gelagert ist.

Damit sich die Bohrspindel unabhängig von der Schraube drehen, aber mit derselben auf- und niederbewegen kann, wird die Schraube mit einem ausgedrehten Halse versehen, der in eine Vertiefung der Spindel tritt und durch zwei Durchsteckstifte gehalten wird. Und damit die Spindel sich in dem Zahnrad r unbehindert verschieben kann, hat dieselbe eine Längennuth, in welche eine im Innern der Nabe sitzende Feder eingreift. Der Tisch T zur Aufnahme des Arbeitsstückes ist mit einem Parallelschraubstock P einfachster Konstruktion ausgestattet, der in schwalbenschwanzförmige Nuthen t eingeschoben wird.

Nach demselben Prinzip ist die in Fig. 322 und 323 in zwei Ansichten gezeichnete Bohrmaschine für Riemenbetrieb und mit selbstthätigem, regulirbarem Vorschub ausgeführt. Die Bohrspindel a, die unten einen Kopf zur Aufnahme des Bohrers trägt, geht durch ein Rohr b, mit dem das Kegelrad 6 verbunden ist, und welches sich in den beiden Lagern d d dreht und zwar von den Stufenscheiben S aus, vermittelst des Rädervorgelegs 1, 2, 3, 4 und des Kegelrades 5. Die Bohrspindel a besitzt zur Mitnahme durch das Rad 6 eine lange Nuth, in welche ein Zapfen des Rohres b eingreift. Der Vorschub der Bohrspindel geschieht selbstthätig und zwar in folgender Weise.

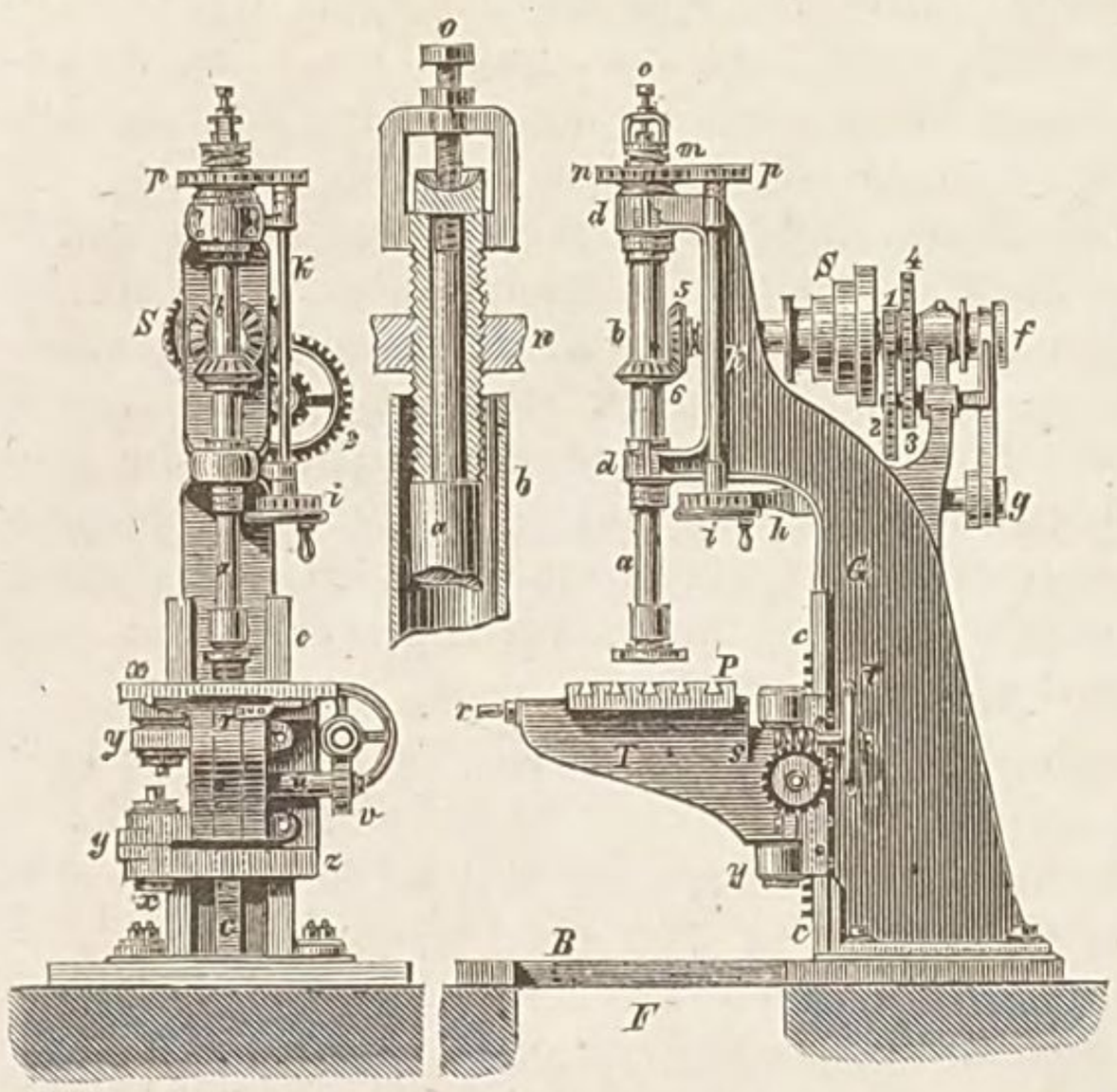


Fig. 322. Fig. 323.

Auf der verlängerten horizontalen Hauptwelle befinden sich die kleinen Stufenscheiben f und übertragen durch einen Riemen die Bewegung auf die Stufenscheiben g. Diese sitzen auf einer horizontalen Welle g h, welche am Ende h eine Schnecke trägt, die in das Schraubenrad i eingreift und somit die vertikale Welle k sammt dem Stirnrad p in Bewegung setzt. Nun sitzt, wie die Detailfigur im Querschnitt erkennen lässt, in dem Triebrohr b eine hohle Schraube, durch welche der dünne Schaft der Spindel a geht, und von der die letztere mit einer auf b aufgeschraubten kleinen Platte getragen wird. Auf dem oberen Ende der Schraube befindet sich nun fest aufgeschraubt der Bügel o, durch den eine Druckschraube geht, die von der Hohl-Schraube aus den Druck auf die Bohrspindel überträgt, so dass Schraubenspindel und Bohrspindel derartig miteinander verbunden sind, dass beide zusammen auf- und niedergehen müssen, dass aber die Bohrspindel a sich in der Schraube ungehindert drehen kann. Die Mutter der Schraube liegt nun fest in dem Arm d des Gestells, während das Stirnrad n von p getrieben und, durch einen Zahn und lange Nuth mit der Schraube m in Verbindung gebracht, diese Schraube langsam dreht und deshalb niederschiebt.

Um nach Vollendung eines Loches den Bohrer aus demselben schnell herausziehen zu können, ist bei i auf der Welle k ein Handrad angebracht,

welches von dem Arbeiter mit Hilfe einer kleinen Kurbel h gedreht die Welle k u. s. w. in entgegengesetzte Bewegung setzt, nachdem durch eine sehr einfache Ausrückvorrichtung die das Rad i treibende Schnecke ausgelöst ist.

Das Arbeitsstück wird gewöhnlich getragen von dem Tische T, dessen obere Platte P zur Befestigung des Arbeitsstückes mit schwalbenschwanzförmigen Nuthen und zur Einstellung desselben mit Prismenführung und Schraubenspindel r versehen ist. Zur Verstellung des Tisches in vertikaler Richtung ist derselbe ebenfalls an der Vorderseite c des Gestells G mit Prismenführung und mit Zahnstangenhebung ausgestattet. Die letztere besteht aus einer Zahnstange bei c an der Vorderseite des Gestells, an welcher der Tisch mit einem Trieb hängt, das auf einer Welle u sitzt, die durch Handrad t, Schnecke s und Schneckenrad v bewegt wird. — Um mit dieser Bohrmaschine Löcher auch in so hohen Arbeitsstücken bohren zu können, die selbst beim niedrigsten Stande des Tisches nicht auf denselben zu bringen sind, ist die bemerkenswerthe Einrichtung getroffen, durch Entfernung des Tisches den Raum unter dem Bohrer vollständig frei zu machen. Zu diesem Zwecke dreht sich nämlich der Tisch um die Achse x x, welche durch zwei Drehlager gebildet wird, die seitwärts bei y y an dem Schieber z sitzen, der die Prismenführung des Tisches an dem Gestell G vermittelt. Wenn der Tisch sodann um diese Drehlager zur Seite geschoben ist, dient die Grundplatte B als Tisch, weshalb auch sie oft mit Aufspannvorrichtungen ausgestattet ist. — Mitunter ist diese Grundplatte sogar noch durchbrochen und unter derselben eine Vertiefung F im Fundament angebracht, um Platz für noch höhere Arbeitsstücke zu gewinnen.

Die eben beschriebene gewöhnliche Bohrmaschine ist in ihrer Anwendung insofern beschränkt, als zwischen Gestell und Bohrer ein Abstand vorhanden ist, der die Entfernung der Löcher vom Rande des Arbeitsstückes auf eine geringe Grösse, nämlich etwa 500 bis 600 mm. begrenzt. Um Löcher in grösserer Entfernung vom Rande des Arbeitsstückes bohren zu können, muss demnach die Ausladung der Bohrspindel vergrössert werden. — In der Regel sind jedoch in diesem Falle die Arbeitsstücke sehr schwer, weshalb man es oft vorzieht, nicht nur den Aufspanntisch dann ganz fortzulassen, (weil das Arbeitsstück durch sein eigenes Gewicht genügend festliegt) sondern auch die Bohrmaschine so einzurichten, dass man den Bohrer nach jeder gewünschten Stelle des Arbeitsstückes bringen kann. Der Bohrer muss dazu ausser der Einstellungsbewegung in Bezug auf die Dicke des Arbeitsstückes, der Arbeits- und Schaltbewegung auch noch einer Bewegung in einer Horizontalebene fähig gemacht werden. Diese letzte Bewegung wird ermöchlicht durch Drehung des Bohrers um eine vertikale Achse und Verschiebung desselben von oder nach dieser Achse; also durch eine peripherische und radiale Bewegung. Wegen der letzteren heissen diese Bohrmaschinen Radial-Bohrmaschinen (Machine radiale, *Radial drilling machine*[1]). Wesentlich sind dieselben vergrösserte, und zum Betrieb für Elementarkraft geeignete gemachte Konstruktionen der bereits S. 309 erwähnten sogenannten Bohrmaschinen, wie die in Fig. 324 dargestellte Radialbohrmaschine gewöhnlicher Bauart erkennen lässt.

---

1) Hütte, 1856. Taf. 15; 1863. Taf. 23. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1857. S. 213; 1873. S. 469. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 7. S. 365; Bd. 16. S. 30 u. 401; Bd. 17. S. 65; Bd. 18. S. 7; Bd. 19. S. 261. — Prakt. Masch.-Constr., 1875. Nr. 17. — Polyt. Centr., 1851. S. 660; 1859. S. 575; 1875. S. 723. — Dingler's Journ., Bd. 169. S. 172. Bd. 215. S. 28.

Der Bohrer a sitzt in dem Kopf der Bohrspindel, welche durch die Hülse c geht. Diese Hülse befindet sich, in Lagern drehbar, an einem Schlitten A, der von dem starken Arm B getragen wird, und auf demselben verschiebbar ist. — Da dieser Arm eine Aehnlichkeit mit dem Ausleger eines Krahns hat, so rührt hiervon auch der Name Krahnbohrmaschine. — Die Verschiebung auf dem Arm B führt daher die Radialbewegung herbei. Der Arm B aber wird getragen von zwei Drehlagern

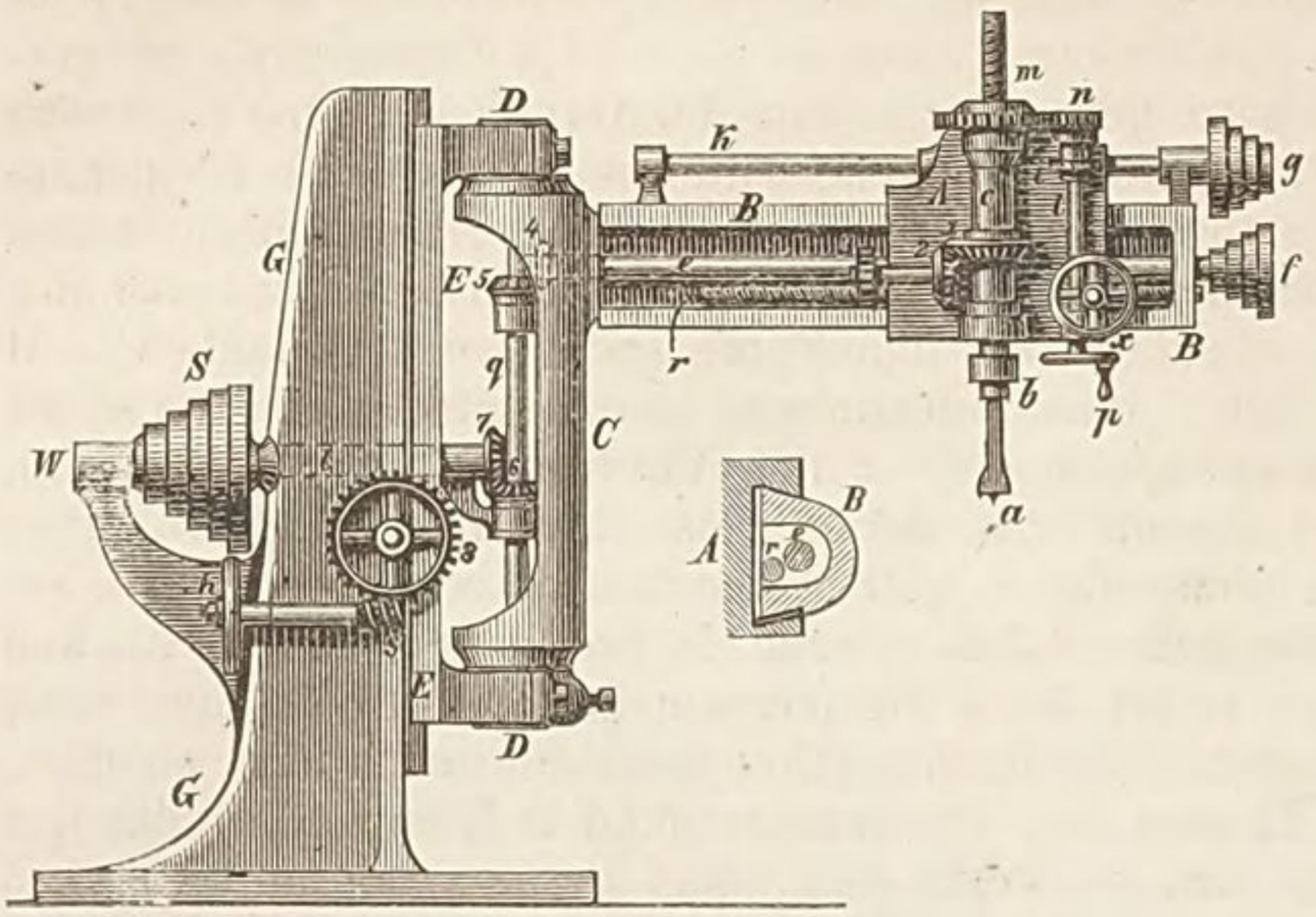


Fig. 324.

DD durch das Vertikalstück C. Vermöge der Drehung um die vertikale Achse DD wird die pheripherische Verstellung des Bohrers bewirkt. Zur Herbeiführung der Vertikalverschiebung endlich sind die Drehlager DD an einem Vertikalschlitten E angebracht, der an der Vorderfläche des Gestells G eine Prismenführung hat, und mit Hülfe von Zahnstange, Trieb, Schneckenrad t mit Schnecke s und Handrad h verstellt und festgehalten wird. — Der Antrieb des Bohrers erfolgt durch die Hülse c mit Kegelrad 1, 2 und Stirnrad 3, das von der Welle ef umgedreht wird, die in dem Arm B gelagert ist und ihre Bewegung durch die Kegelräder 4 und 5, 6 und 7 von den Stufenscheiben S empfängt. — Die Schaltbewegung des Bohrers wird ebenfalls von der Welle ef abgeleitet, durch die kleinen Stufenscheiben fg, welche auf der Welle gk sitzen und durch eine Schnecke das Schneckenrad i, die Welle l und die Stirnräder n, m drehen, wovon m die Mutter enthält, die durch ihre Drehung die Schraube s zur Hervorbringung des Druckes niederschiebt. Die Rückwärtsbewegung der Schraube geschieht durch das Handrad p in derselben Weise wie bei der Bohrmaschine Fig. 322. Zur Radialbewegung des Bohrsupports A auf dem Arm B dient die Schraube r, welche in derselben Aussparung des Armes B sich befindet, die zur Aufnahme der Welle ef angebracht ist. Diese Schraube geht durch eine am Support befestigte Mutter, welche von dem Handrädchen x mittelst Kegelrädchen gedreht wird, wodurch sich der Schlitten B in seinen Prismen verschiebt. — Bezüglich der Anordnungen im Einzelnen ist noch Folgendes zu dieser Maschine zu bemerken. Damit bei der Drehung des Auslegers CB um die Achse DD die Triebräder 4 und 5 und 6 und 7 nicht ausser Eingriff kommen, muss die vertikale Welle q genau in der Drehachse, und die Welle ef mit q in einer Ebene liegen. Ferner muss das Kegelrad 6 wegen der Vertikalbewegung des Schiebers E sich auf der Welle q verschieben lassen. Es ist desshalb mit derselben durch Keil und lange Nuth verbunden und an einem Arm 8 angebracht, der am Gestell G sitzt. Aus gleichen Gründen sind auch das Triebrad auf der Welle ef, sowie die Schnecke auf der Welle gk mit Keilen, und die Wellen mit langen Nuthen ausgestattet, als auch Trieb und Schnecke mit dem Schlitten a in Verbindung gebracht.

Die Holzbohrmaschine[1]) wird sehr oft zugleich als Stemmmaschine[2]) konstruirt, weshalb die bereits S. 259 beschriebene Stemmaschine auch eine Holzbohrmaschine repräsentirt. Man hat bei dieser in Fig. 283 u. 284 vor Augen geführten Maschine statt des Stemmeisens m nur einen Bohrer in den Stössel n einzusetzen, um sie in eine Bohrmaschine zu verwandeln, indem die Kegelräder r durch das Handrad h umgetrieben, eine Drehbewegung dieses Stössels erzeugen, während der Hebel H sodann durch Niederziehen den Vorschub bewirkt. Von diesen Handbohrmaschinen weichen die Elementarbohrmaschinen mit vertikaler Aufstellung ebenfalls im Prinzip nicht ab. — Sie besitzen nur oft statt eines Druckhebels H eine Schraubenspindel oder eine Zahnstange als Vorschuborgan, wie bei den grossen Metallbohrmaschinen, und werden diesen fast vollständig gleich. Nur kommt bei ihnen sehr oft eine horizontale Lage und auch dann eine Vereinigung mit der Stemmaschine vor (horizontale Stemm- und Bohrmaschine), indem die Bohrspindel durch Kurbel mit Schubstange und ähnliche Anordnungen, wie sie bei der Bohrmaschine vorhanden sind, auch einer hin- und hergehenden Bewegung fähig gemacht wird. Dass diese Bohrmaschine durch Einsetzung eines entsprechenden Werkzeugs dann als Langlochbohrmaschine wirken kann, wenn man das Arbeitsstück an dem Werkzeug vorbeiführt, wurde schon S. 300 näher erklärt.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Bohrmaschinen erleiden für manche besondere Zwecke vielfach Abweichungen von diesen gewöhnlichen Konstruktionen. So kann es zweckmässig sein, dieselben an der Wand der Werkstatt (Wandbohrmaschine) anzubringen oder an einer Tragsäule, oder einem Pfeiler, oder einer sonstigen Stütze. — Oft besteht das Gestell selbst aus einer runden Säule (Säulenbohrmaschine), an welcher zwei Bohrmaschinen an zwei gegenüberstehenden Seiten angebracht sind (Doppelte oder Duplex-Bohrmaschine[3]). Der Bohrtisch wird mitunter auf einem besonderen Gestell unter dem Bohrer angebracht und dann durch eine vertikale Schraubenspindel gehoben und gesenkt. — Um gleichzeitig mehrere Löcher (4—6) bohren zu können, werden mehrspindelige Bohrmaschinen (vier- bis sechsspindelige) konstruirt. Die Bohrspindeln stehen dann vertikal nebeneinander und sind je nach der Stellung und Entfernung der Löcher zu einander verstellbar. Sie werden in diesem Falle gewöhnlich durch Schnüre oder Riemen umgetrieben. — Hierher gehört auch die dreifache, vierfache und sechsfache[4]) Bohrmaschine, bei der über einem langen Tische drei, vier oder sechs Bohrsupporte, wie bei der Radialbohrmaschine, auf einem horizontalen Querbalken verschiebbar und so angeordnet sind, dass sie einen gemeinschaftlichen Antrieb haben. — Statt den Bohrer niederzuschieben, hat man auch wohl das Arbeitsstück durch hydraulischen Druck gehoben. Beim Bohren in Material von ungleicher Härte kann der gewählte Vorschub leicht einen ungehörig grossen Widerstand erzeugen, der zum Verdrehen, Verlaufen oder Abbrechen des Bohrers führt. Um diesem auszuweichen sind Anordnungen ersonnen, welche entweder den Vorschub nach dem Widerstande reguliren oder auch die Maschine bei einem bestimmten Widerstande zum Stillstehen bringen.

---

1) Wiebe, Skizzenb., 1869. Heft 4; 1872. Heft 6; 1873. Heft 2. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1857. S. 68. — Polyt. Centr., 1862. S. 1069. — Dingler's Journ., Bd. 174. S. 97; Bd. 201. S. 92; Bd. 205. S. 95. 2) Hütte, 1858. Taf. 22; 1867. Taf. 12; 1873. Taf. 5. — Richards, Wood-working machines, S. 241. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 229. — Dingler's Journ., Bd. 168. S. 254; Bd. 179. S. 350 u. 329. 3) Wiebe, Skizzenb., 1859. Heft 2. Taf. 5; 1870. Heft 69. Taf. 5. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 2. Taf. 3. 4) Wiebe, Skizzenb., 1860. Heft 7. Taf. 4. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 236. — Polyt. Centr., 1863. S. 1535 u. 1539. — Dingler's Journ., Bd. 204. S. 723.

2. **Ausbohrmaschinen** [Machine à aléser, Alèsoir, *Boring machine*][1]). Die Ausbohrmaschinen, welche nur in der Metallverarbeitung vorkommen, haben den Zweck, bereits beim Giessen, Schmieden u. s. w. gebildete zylindrische oder konische Löcher zu erweitern, um ihre Dimensionen auf die vorgeschriebenen Grössen zu bringen, oder ihre Wandungen genau und glatt auszubilden. In diesem Falle können weder Spitzbohrer oder gar Zentrumbohrer Anwendung finden, sondern nur solche Bohrer, deren Schneiden in der Zylinder- oder Kegelfläche der Löcher liegen. Der Bohrer wird dann bei kleineren Löchern oft noch aus einem Stück, bei grösseren aber stets aus mehreren Theilen, aus dem Bohrkopf (Manchon Portelames, *Cutter-head*, *Boring wheel*) mit einzusetzenden und auszuwechselnden Bohrschneiden (Bohrmesser, Lames, Burins, *Cutters*) und der Bohrwelle (Bohrspindel, Bohrstange, Arbre, *Boring-bar*, *Cutter bar*), die den Bohrkopf in Umdrehung setzt, hergestellt. Je nachdem nun das auszubohrende Loch durch das Arbeitsstück hindurchgeht, wie bei offenen Zylindern, oder nur an einem Ende offen ist, wie bei Kanonen, Flinten etc. ist die Anwendung verschieden.

Bei den Maschinen zum Ausbohren durchgehender Oeffnungen (Zylinderbohrmaschinen) bekommt das Werkzeug fast ausnahmslos sowohl die Arbeits- als die Schaltbewegung, die erstere durch Drehung mit der Bohrwelle, die zweite durch eine Längenverschiebung in der Achsenrichtung der Bohrwelle.

Der Bohrkopf für die Aufnahme der Messer ist verschieden je nach dem Durchmesser des Zylinders. Für kleine Zylinder genügt es, Fig. 325A, den Bohrmeissel b durch ein langes Loch der Bohrwelle a zu stecken und durch einen Keil c in gehörigem Abstande von der Achse festzukeilen. Solche Anordnungen sind jedoch desshalb verwerflich, weil der eine Meissel leicht eine Durchbiegung der Welle und somit ein unrundes Loch veranlasst, wenn nicht noch besondere Rundführungen angebracht sind, oder die Welle nicht sehr dick gemacht wird.

Zwei diametral angebrachte Bohrmeissel sind daher nicht nur wirksamer, sondern gewähren auch mehr Sicherheit für eine richtige Rundung.

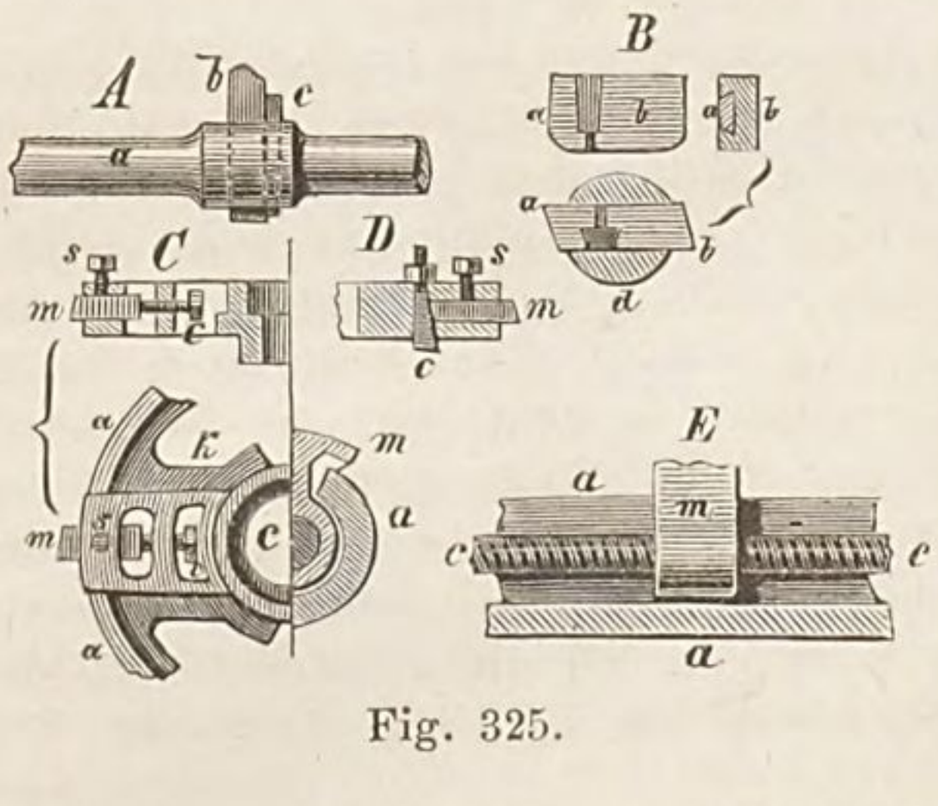


Fig. 325.

Solche Meissel werden entweder auf die eben beschriebene Weise durch die Welle gesteckt — wenn der Lochdurchmesser klein ist — oder in einen besonderen Bohrkopf, der auf der Welle befestigt ist. Eine sehr empfehlenswerthe Anordnung mit zwei Messern in einer Bohrwelle zeigt Fig. 283 B. Die zwei Messer a und b sind mit einem Schwalbenschwanz in einander geschoben und durch einen eingesteckten Keil auf bestimmmte Entfernung (Lochdurchmesser) adjustirt. So nebeneinander liegend werden sie durch das lange Loch der Welle d gesteckt und vermittelst

1) Wiebe, Maschinenbaumaterialien, Bd. 1. S. 578. — Hart., Werkzeugmasch., S. 215. — Hütte, 1856. Taf. 5; 1864. Taf. 22; 1866. Taf. 16. — Wiebe, Skizzenb., 1866. Heft 44. Bl. 1 u. 2. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 1. S. 498; Bd. 8. S. 287; Bd. 10. Taf. 10. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 117. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1857. S. 85. — Polyt. Centr., 1853. S. 257; 1860. S. 1511. — Dingler's Journ., Bd. 106, S. 96; Bd. 208. S. 2; Bd. 209. S. 3; Bd. 216. S. 477.

eines Keiles so befestigt, dass sie eine geringe Beweglichkeit behalten, wodurch das gleichmässige Angreifen beider Schneiden gesichert und das Durchbiegen der Welle verhindert werden soll. Solche Messer können in Löchern bis 200 mm. Durchmesser noch verwendet werden, wo dann aber die Bohrwelle auch schon 100 mm. Durchmesser haben muss.

Ueberschreitet der Lochdurchmesser diese Grösse, so ist ein besonderer Bohrkopf anzuwenden. Derselbe besteht aus einer gewöhnlich runden, mitunter sternförmigen Scheibe aus Gusseisen, in welche die Messer radial eingeschoben und durch Keile oder Schrauben adjustirt und befestigt werden. Fig. 365 C zeigt einen Bohrkopf mit Schraubenadjustirung und Schraubenbefestigung, Fig. 325 D einen solchen mit Keiladjustirung und Schraubenbefestigung. Man sieht bei m das Bohrmesser aus dem Kranze a des Kopfes K heraustretend und vorgeschoben, sowie am Zurückschieben verhindert durch die Schraube c oder den Keil c und gegen das Herausfallen durch die Druckschrauben s geschützt. Die Nachstellung und Einstellung kann hierdurch schnell und sehr genau ausgeführt werden. Die Zahl der Messer in einem Bohrkopf ist verschieden und liegt zwischen 2 und 6, beträgt mitunter aber auch 1 und 8. Zwischen den Schneiden an dem Rande des Bohrkopfes bringt man oft Führungsstücke aus Stahl oder hartem Holze an, welche genau in dem Bohrkreise liegen und in vorzüglicher Weise das Rundbohren sichern.

Die Arbeitsbewegung erhält der Kopf durch die Welle, die in der Regel durch Rädervorgelege, seltener durch Schraubenrad und Schnecke angetrieben wird. — Die Schaltbewegung kann auf zweierlei Art hervorgebracht werden: erstens dadurch, dass sich die Bohrwelle mit dem darauf festgekeilten Bohrkopf in der Achsenrichtung, oder zweitens, dass sich der Bohrkopf auf der Welle und unabhängig von deren Drehung verschiebt.

Die erste Anordnung verlangt eine sehr lange Bohrwelle, da dieselbe, um an zwei Stellen gelagert werden zu können, nicht nur bei Beginn des Bohrens durch den Zylinder reichen, sondern auch noch ein gleich langes freies Ende zum Durchschieben besitzen muss. Sie wird daher nur noch selten bei kleinen Maschinen angewendet. Zum Vorschieben dient entweder eine Schraube oder eine Zahnstange, welche eine Verlängerung der Welle bildet und durch Mutter oder Trieb bewegt wird.

Bei der zweiten Methode dahingegen wird die Bohrwelle kurz (nicht länger als der Zylinder sammt dem Stück für die Lagerung und Aufnahme des Umtriebsmechanismus). Zur Hervorbringung der Achsenbewegung des Bohrkopfes wird neuerdings fast nur noch (Fig. 325 E) eine hohle aufgeschlitzte, oder an einer Seite tief eingenuthete, also **U** förmige Welle a angewendet, in deren Innerem eine Schraube c liegt, welche durch einen an der Nabe der Bohrkopfes b sitzenden Zapfen m geht, der ein Muttergewinde enthält, so dass die hohle Welle die Arbeitsbewegung und die Schraube die Schaltbewegung veranlasst, was entweder durch ein Stillhalten der Schraube oder durch eine Drehung derselben geschehen kann, deren Winkelgeschwindigkeit von derjenigen der Welle abweicht je nach der Steigung der Schraube, der relativen Bewegungsrichtung zwischen Schraube und Welle und je nach der Grösse des Vorschubs, der wieder von dem Material des Arbeitsstücks, von der Anzahl der Schneiden u. s. w. abhängt. Wird die Schraube festgehalten, so verschiebt sich der Kopf auf der Welle um die Ganghöhe h der Schraube. Macht die Schraube jedoch während einer Umdrehung der Welle n Umdrehungen, der Welle entgegengesetzt, so ist der Vorschub allgemein

$$s = h + nh,$$

wo n sowohl ein unächter als ächter Bruch sein kann. Ist die Bewegung beider aber gleichgerichtet, so wird der Vorschub

$$s = h - n\,h$$

also wird allgemein

$$s = (1 \pm n)\,h.$$

Ist demnach z. B. $h = 10$ mm. und soll $s = 1$ mm. sein, so wird

$$1 = (1 \pm n)\,10 = 10 \pm n\,.\,10.$$

folglich $$n = \pm \tfrac{9}{10}.$$

Der Zylinder, welcher ausgebohrt werden soll, muss während des Bohrens durchaus fest und zentrisch zu der Bohrwelle gehalten werden. — Je nachdem der Zylinder in seiner späteren Verwendung eine vertikale oder horizontale Lage bekommt, ist er übrigens auch stehend oder liegend auszubohren, damit die, namentlich bei grossen Zylindern unvermeidliche Senkung, also Verkürzung des vertikalen und Verlängerung des horizontalen Durchmessers beim Liegen desselben schon durch das Bohren kompensirt wird. Danach aber muss auch die Zylinderbohrmaschine eine vertikale oder horizontale, und die Aufspannvorrichtung für den Zylinder verschieden sein. — Weil übrigens bei dickwandigen Zylindern, oder solchen von geringerem Durchmesser, wie z. B. bei den gewöhnlichen Dampfmaschinen-Zylindern, in der horizontalen Lage eine Senkung nicht zu befürchten ist, so kann es hierbei gleichgültig sein, ob sie stehend oder liegend gebohrt werden. —

Die vertikale Zylinderbohrmaschine erhält gewöhnlich als Aufspannvorrichtung eine starke gusseiserne Grundplatte mit drei oder vier Kloben, welche schraubstockartig den Flantsch des Zylinders fassen. — Bei den horizontalen dahingegen ist zum Aufspannen ein Tisch vorhanden, welcher den Aufspanntischen der Hobelmaschinen ähnlich, durchbrochen oder (wenn auch selten) mit Nuthen versehen ist, die zur Aufnahme ambulanter Theile dienen, welche die Befestigung mit dem Tische vermitteln.

Letztere Aufspannböcke sind zwar verschieden angeordnet, aber stets so, dass sich der Zylinder leicht zentriren lässt. Gewöhnlich bestehen sie entweder aus zwei Schlitten, deren obere Kanten, auf welchen der Zylinder liegt, nach der Mitte des Tisches abfallen, also zwei entgegengesetzte schiefe Ebenen bilden, und als Keile zur Wirkung kommen, indem sie vorwärts geschoben den Zylinder heben und rückwärts geschoben denselben senken. Ein starkes über den Zylinder gelegtes Bandeisen oder eine Kette, welche durch Zugschrauben an den Böcken befestigt sind, legen den Zylinder dann zentrisch fest. Oft werden die Aufspannböcke von starken gusseisernen Ringen mit radial gestellten Schrauben gebildet, zwischen welchen der Zylinder eingespannt wird, und die dadurch eine Aehnlichkeit mit dem Schraubenfutter einer Drehbank haben. Auch runde, aufrecht stehende Platten mit radialen Schlitzen, in welchen Kloben sich verschieben, die den Zylinder zentrisch an den Deckelflantschen fassen (ähnlich den Planscheiben grosser Drehbänke) werden als Aufspannböcke gebraucht.

Die in Fig. 326 und 327 in einem Längen- und einem Querschnitt dargestellte horizontale Zylinderbohrmaschine mag zur näheren Erläuterung des Vorhergehenden dienen. Die Bohrwelle a ist hohl und der Länge nach aufgeschlitzt, so dass der Ansatz c des Bohrkopfes b in dieselbe eingeschoben werden kann. Sie ist an den zwei Stellen dd in Böcken B gelagert und zunächst mit einem Stirnrade A versehen, welches durch den Trieb C in Umdrehung versetzt wird. In der Bohrwelle liegt nun, unabhängig von derselben drehbar, die Schraube ss, mit einem langen Halse bei f aus dem Ende der Bohrwelle heraustretend. Hier nimmt die Schraube ein Stirnrad f auf, welches mit g in Eingriff steht. Das Stirnrad g endlich sitzt mit dem Rade h auf einer kurzen Tragachse, das nun von der

Bohrwelle s aus durch das Rad i in Bewegung gesetzt wird. — Der auszubohrende Zylinder L wird zwischen den beiden Lagerböcken B mit Hilfe

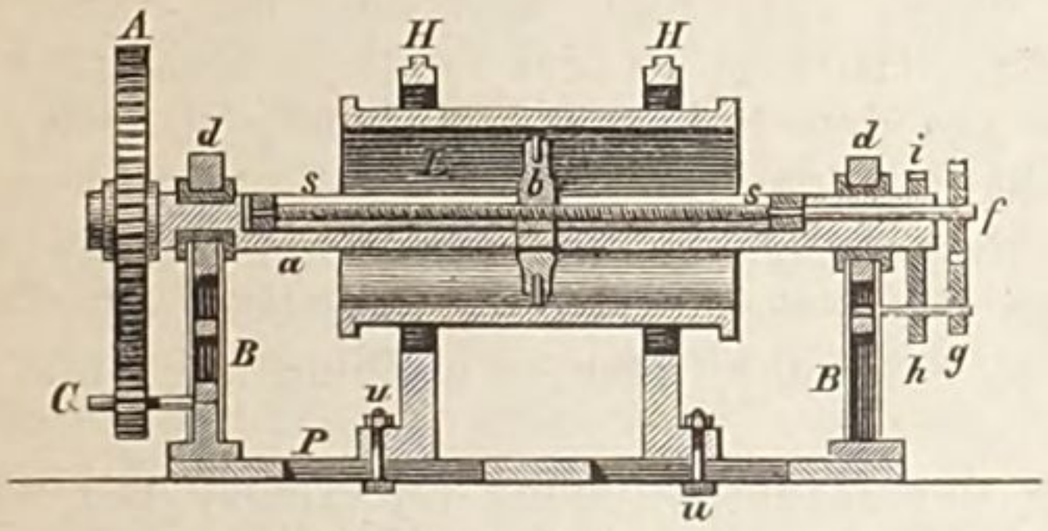


Fig. 326.

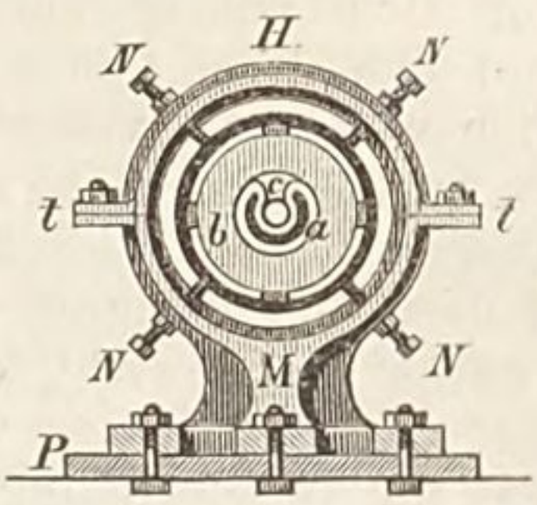


Fig. 327.

zweier Aufspannböcke H befestigt. Diese Böcke bestehen aus zwei Theilen, Fig. 327; dem unteren Theil M, welcher durch die Befestigungsschrauben u u u u mit der gusseisernen Bodenplatte P P fest verbunden ist, und dem oberen Theil H, der zum Einbringen des Zylinders L abnehmbar und mit dem unteren Theil M durch die Schrauben t t zu vereinigen ist. Durch die Wand der ringförmigen Böcke gehen sodann vier Stellschrauben N N N N, die den Zylinder nicht nur bequem zentriren, sondern auch besonders gut festlegen lassen. — Um den Zylinder übrigens in die Bohrmaschine bringen zu können, muss die Bohrspindel a jedesmal herausgenommen werden, worauf bei der Konstruktion Rücksicht zu nehmen ist.

Da die vertikalen Bohrmaschinen viel weniger gebraucht werden als die horizontalen, weil sie sowohl für die Betriebs- als Stabilitätsverhältnisse gegen die letzteren im Nachtheil sind, so kann hier eine eingehende Beschreibung einer Vertikalbohrmaschine um so mehr wegfallen, als dieselben sich in den wesentlichen Theilen von den horizontalen nicht unterscheiden. Es mag nur noch dazu bemerkt werden, dass bei ihnen der Bohrkopf niemals auf der Welle festsitzt, sondern sich stets längs derselben verschiebt, wie bei der eben beschriebenen, horizontalen Zylinderbohrmaschine.

Zum Ausbohren konischer Höhlungen muss der Bohrkopf ebenfalls konisch sein und mit Messern versehen werden, welche nicht nur ebenfalls konisch stehen, sondern auch eben so lang sein müssen als die Höhlungen. Oft jedoch werden zur Erzeugung konischer Erweiterungen besondere Einrichtungen angeordnet. [1])

Diejenigen Ausbohrmaschinen, welche die Wandungen solcher Oeffnungen bearbeiten sollen, die an einem Ende geschlossen sind, bestehen lediglich aus einer Bohrspindel, an deren freiem Ende das Bohrwerkzeug sitzt, und die mindestens so lang ist, als das auszubohrende Loch. Das Bohrwerkzeug besteht oft der sicheren Führung wegen aus einem Halbzylinder (Halbrunder Bohrer) mit zwei Schneiden, wovon stets nur die eine in einer Drehrichtung angreift, mitunter auch nur aus einem viereckigen Kloben (z. B. beim Ausbohren der Gewehrläufe, Flintenbohrmaschine.) Bei diesen Maschinen kommen sehr verschiedene Anordnungen sowohl bezüglich ihrer Aufstellung als der Vertheilung der Haupt- und Schaltbewegung vor. Entweder hat die Bohrspindel eine vertikale oder horizontale Aufstellung, welche letztere im Allgemeinen den Vorzug verdient wegen ihrer grösseren

---

1) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1869. S. 85. — Dingler's Journ., Bd. 193. S. 10; Bd. 213. S. 459.

Stabilität. — Sehr oft bekommt nicht nur das Arbeitsstück die Hauptbewegung, wird also um die Achse gedreht, sondern auch die Schaltbewegung z. B. bei den vertikalen Bohrmaschinen dadurch, dass die Bohrspindel, vertikal mit dem Bohrer nach oben, still steht und dass das Arbeitsstück (Kanone) sich dreht und senkt. (Hierbei ist der Vortheil vorhanden, dass die Späne sich ohne Weiteres aus dem Bohrloch entfernen.) Bei den horizontalen Ausbohrmaschinen erhält gewöhnlich der Bohrer die Hauptbewegung und das Arbeitsstück die Schaltbewegung, indem dasselbe auf einem Schlitten liegend dem Bohrer durch die Hand vermittelst eines Hebels, oder selbstthätig durch ein Gewicht, eine Schraube, oder eine Zahnstange mit Trieb zugeführt wird. —

Was die Geschwindigkeit der Hauptbewegung anbetrifft, mit welcher die Bohrmaschinenbohrer arbeiten, so richtet diese sich nicht nur nach dem Material, nach der Art des Bohrens, (ob aus dem Vollen oder zum Ausbohren), sondern auch nach dem Lochdurchmesser, indem die Geschwindigkeit zur Vermeidung von Erzitterungen eine gewisse Grösse nicht überschreiten soll. —

Für Lochbohrmaschinen kann daher die Geschwindigkeit stets grösser sein als für Ausbohrmaschinen.

Den ersteren gibt man daher zum Bohren in

Hartguss	7—14 mm.	Geschwindigkeit pro Sekunde
Stahl	30—40 mm.	« « «
grauem Gusseisen	60—70 mm.	« « «
Schmiedeisen	80—160 mm.	« « «
Messing und Bronze	100—120 mm.	« « «
Holz	250—500 mm.	« « «

Für Ausbohrmaschinen dahingegen beträgt die Geschwindigkeit auf

Hartguss	6—12 mm.	pro Sekunde
Stahl	25—35 mm.	« «
Gusseisen	50—60 mm.	« «
Schmiedeisen	60—70 mm.	« «
Messing und Bronze	90—150 mm.	« «

Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass die Holzbohrer, wenn sie sehr scharfschneidig sind, und die Späne gut auswerfen, in weichem Holze wohl 1000—5000 mm. Geschwindigkeit besitzen.

Die Grösse der Schaltbewegung, welche also bei den Bohrmaschinen einen kontinuirlichen Vorschub veranlasst, richtet sich namentlich nach dem Material, dann aber auch nach der Gattung des Bohrers.

Beim Bohren aus dem Vollen auf Metall beträgt der Vorschub durchschnittlich 0,1 bis 0,5 mm. für eine Umdrehung des Bohrers, bei Holz etwa 0,25 bis 1,0 mm. Beim Ausbohren kann man dahingegen die Vorschubgeschwindigkeit zu 0,25 bis 1,0 mm oder gleich $\frac{1}{2500}$ der Peripheriegeschwindigkeit nehmen.

Der Arbeitsverbrauch N der Bohrmaschinen in Pferdestärken setzt sich ebenfalls aus der Leergangsarbeit N_1 und der Arbeitsgangsarbeit N_2 zusammen, indem stattfindet

$$N = N_1 + N_2.$$

Die Arbeit N_2 ist nach Hartig proportional dem Volumen V der (stündlich) abgehobenen Späne und dem spezifischen Arbeitswerth a, der den Betrag an Arbeit pro Stunde bedeutet. Sonach ist die allgemeine Formel

$$N = N_1 + a\,V.$$

Nun ist ferner, nach Hartig, bei Metall-Vollbohrmaschinen unter Anwendung eines Spitzbohrers für

$$\text{Gusseisen } a = 0{,}001 + \frac{0{,}001}{d}$$

$$\text{Schmiedeisen } a = 0{,}001 + \frac{0{,}040}{d}$$

wenn d den Lochdurchmesser in Millimetern darstellt und V nach Kubikzentimetern bestimmt wird.

Für Bohren in Fichtenholz ist $a = 7{,}6 + \frac{1000}{d}$,

« « « Erlenholz ist $a = 28{,}8 + \frac{2170}{d}$,

« « « Weissbuche ist $a = 21{,}0 + \frac{2280}{d}$,

wenn d der Lochdurchmesser in Millimetern und V das stündlich abgebohrte Holzquantum in Kubikmetern bedeutet.

Für Zylinderbohrmaschinen ist es zweckmässiger, statt des Volumens das Gewicht $\mathfrak{G}$ der abgenommenen Späne in Kilogrammen pro Stunde in die Formel einzusetzen, weshalb dann wird

$$N = N_1 + a\,\mathfrak{G}.$$

Für Gusseisen hat Hartig sodann herausgefunden

$$a = 0{,}034 + \frac{0{,}13}{f} \text{ Pferdestärken,}$$

wenn f den Spanquerschnitt in Quadratmillimetern bedeutet. —

I. Drehbank und Drehstuhl.[1])

Bei näherer Betrachtung der in den vorstehenden Kapiteln erörterten Werkzeuge, Werkzeugmaschinen und Arbeitsprozesse ist bald zu erkennen, dass dieselben nur in einem sehr geringen Grade geeignet sind, diejenigen Formen zu erzeugen, welche Rotationskörpern angehören und gewöhnlich rund genannt werden.

Durch Giessen, Walzen, Ziehen, Pressen, Gesenkschmieden und Hobeln kann zwar die Ausbildung der Rotationskörper in beschränkter Weise stattfinden. Zunächst aber ist das Giessen auf eine geringe Anzahl von Metallen beschränkt (S. 75); das Walzen, Ziehen, Pressen kann allein angewendet werden bei den duktilen Metallen (S. 132) und zur Erzeugung einfacher (zylindrischer) Formen (Rundstäbe, Draht); das Gesenk- oder Façonschmieden ist wohl zur Hervorbringung von Rotationskörpern mit krummer Erzeugungslinie und wenn keine Unterschneidungen daran vorkommen, geeignet, aber auch nur in Schmiedeisen, Stahl und Kupfer. Das Hobeln allein dehnt sich in seiner Anwendung zwar auf sämmtliche Materialien (Metalle und Holz) aus, aber das Produkt desselben kann nur aus Rotationskörpern mit gerader Erzeugungslinie bestehen (Zylinder, Kegel u. s. w.).

Ganz abgesehen nun davon, dass die oben erwähnten Methoden zur Herstellung von Rotationskörpern an und für sich höchst unzureichend sind, weil zahllose Gegenstände dieser Art dadurch nicht hervorgebracht

1) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. I. S. 289 u. 736. — Hart, Werkzeugmasch., S. 86. — Technol. Encyklop., Bd. 22. — Wiebe, Maschinenbaumat., Bd. 1. S. 543. — Hesse, Werkzeugmasch. d. Wien. Ausst., S. 83 u. 258. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1869. S. 39, 120, 187, 507. — Deutsch. Polyt. Zeit., 1875. S. 322 etc. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 37 u. 279.

werden können, so erfordert ausserdem fast jeder auf diese Weise hergestellte Rotationskörper eine Nacharbeit, — theils um denselben auf genau erforderliche Dimensionen zu bringen, theils um die z. B. vom Giessen, Schmieden u. s. w. herrührenden rauhen und unsauberen Oberflächen glatt und sauber zu machen —, welche ebenfalls besondere Werkzeuge und Mittel fordert, da sie mit den beschriebenen noch viel weniger ausgeführt werden kann.

Das Mittel, Rotationskörper mit Hilfe schneidender Werkzeuge hervorzubringen, besteht einfach darin, von einem mehr oder weniger vorgebildeten Arbeitsstücke dasjenige Material durch Abschälen zu entfernen, welches die herzustellende Form einhüllt. Das Mittel ist demnach für jedes Material und alle Formen anwendbar, wenn zwischen der Achse des Rotationskörpers und der Bewegung des schneidenden Werkzeugs diejenige Beziehung hergestellt werden kann, welche gestattet, dass das Werkzeug im Laufe der Arbeit alle Punkte der Oberfläche des Arbeitsstückes berührt.

Diese Berührung kann auf viererlei Weise herbeigeführt werden. Erstens wird das Werkstück, das in einen Rotationskörper verwandelt werden soll, um eine festgelegte Achse in Umdrehung gesetzt, und das auf Schnitt gestellte Werkzeug in der vorschriftsmässigen, festen oder veränderlichen Entfernung von dieser Achse nach der zur Erzeugung des Rotationskörpers erforderlichen Leitlinie geführt: «Es erhält dann das Werkstück die Hauptbewegung und das Werkzeug die Schaltbewegung».

Zweitens. Das Werkzeug kann um die Achse des festliegenden Werkstückes herum- und längs derselben nach der Leitlinie hingeführt werden: «In diesem Falle erhält das Werkzeug Haupt- und Schaltbewegung».

Drittens. Das Werkzeug wird im Kreise um die Achse des Arbeitsstückes herumgeführt und das Arbeitsstück in der Achsenrichtung verschoben: «Das Werkzeug erhält die Haupt- und das Arbeitsstück die Schaltbewegung».

Viertens. Das Werkzeug liegt still, das Arbeitsstück dreht sich an der Werkzeugschneide vorbei und rückt in der Achsenrichtung vor: «Das Arbeitsstück erhält Haupt- und Schaltbwegung».

Wenn auch sämmtliche vier Bewegungsbeziehungen zwischen Werkzeug und Arbeitsstück in Wirklichkeit für spezielle Zwecke Anwendung finden, so ist doch der erste Fall der allgemeinste, weil derselbe mit den verhältnissmässig einfachsten Mitteln in erschöpfender Weise die in Rede stehende Aufgabe löst, während die drei anderen Fälle zwar für spezielle Zwecke zu sehr einfachen, für eine allgemeine Verwendung aber zu sehr komplizirten Konstruktionen führen.

Es mag daher hier zunächst der erste Fall einer ausführlichen Darlegung unterworfen werden.

Das Arbeitsstück erhält die Arbeitsbewegung (Drehung), das Werkzeug die Schaltbewegung. Also findet während der Drehung des Arbeitsstückes die damit vorzunehmende Formveränderung oder Formausbildung Statt: desshalb heisst die ganze Operation das Drehen (Drechseln, Tourner, *Turning*).

Je nach der Bewegung des Werkzeugs zu der Achse des Drehkörpers und nach seiner Lage zu dem Körper ist der Erfolg des Drehens und die Benennung des Vorgangs verschieden.

Bewegt sich das Werkzeug an der Aussenfläche des Arbeitsstückes in der Achsenrichtung desselben, wenn auch nicht damit parallel, so wird der Vorgang das Abdrehen oder Runddrehen genannt (Zylinder, Kegel, Kugel, Knöpfe etc.).

Bewegt sich das Werkzeug dahingegen in derselben Richtung, aber an der Innenfläche eines Hohlkörpers, um eine Höhlung auszuarbeiten, so heisst die Operation das Ausdrehen.

Bewegt sich das Werkzeug aber in einer Ebene, die rechtwinklig zur Arbeitsachse steht, so wird an der Endfläche des Arbeitsstückes eine Ebene gebildet, weshalb man diesen Vorgang mit Plandrehen bezeichnet.

Bewegt sich endlich das Werkzeug so, dass sich sein Abstand von der Drehachse des Arbeitsstückes während einer Umdrehung des letzteren ändert, so dass also kein Kreis als Querschnittsgrenzlinie entsteht, so wird die Art des Drehens als Passigdrehen — mit dem speziellen Fall des Ovaldrehens — bezeichnet.

Die Vorrichtung, welche alle diejenigen Theile zusammenfasst, die zur Hervorbringung der zum Drehen erforderlichen Bewegungen dienen, hat im Allgemeinen den Namen Drehbank, (Drechselbank, Tour, *Lathe*, *Turning-lathe*) erhalten. Im Speziellen heisst sie auch Plandrehbank, Ovaldrehbank, und wenn sie sehr klein ist Drehstuhl, sowie in einer besondern sehr einfachen Anordnung Wippe.

An der Drehbank sind wesentlich zwei, entweder für sich bestehende oder mit einander verbundene, also von einander abhängig gemachte Mechanismen nothwendig: der eine zur Bewegung des Arbeitsstückes, der andere zur Bewegung des Werkzeugs.

Die Bewegung des Arbeitsstückes muss insofern stets eine zwangläufige sein, als es erforderlich ist, seine geometrische Achse mit der Drehachse zusammenfallen zu lassen, weil nur in diesem Falle das Arbeitsstück, um diese Achse in Rotation versetzt, rundläuft. Zunächst liegt also die Aufgabe vor, die Achse des Körpers zu markiren und dann die Rotation um diese Achse zu bewerkstelligen.

Das Festlegen und Markiren der Achse geschieht dadurch, dass man an den Endflächen des Arbeitsstückes die Endpunkte der Achse mit Hilfe der S. 71 beschriebenen Werkzeuge bestimmt und dann an diesen Stellen durch Einschlagen eines Körners, S. 71, oder durch Einbohren konische Grübchen herstellt, deren Spitzen die Endpunkte der Achse bilden. Diese Vorbereitung (Zentriren, Körnen, Centrer, *Centreing*) wird bei schweren und grossen Arbeitsstücken durch mechanische Vorrichtungen [Zentrirmaschine, Machine à centrer, *Centreing machine*[1])] bewerkstelligt.

Mit Hilfe dieser konischen Vertiefungen kann nun das Arbeitsstück nicht nur leicht in Bezug auf seine geometrische Achse festgelegt, sondern auch getragen und um diese Achse in zwangläufige Drehung gesetzt werden. Zu dem Zwecke ist nur erforderlich, das Arbeitsstück mit diesen Vertiefungen auf konische Körper zu schieben, welche gehörig tragfähig sind, und sodann mit einem Mechanismus in Verbindung zu bringen, der die Rotation herbeiführt. Liegen zunächst die Tragspitzen hierbei unwandelbar fest, so bieten sie offenbar auch die grösste Gewähr für die Unwandelbarkeit der Drehachse, also auch für das vollkommene Rundlaufen des Arbeitsstückes. Aus diesem Grunde findet diese Anordnung der todten oder festen Spitzen (Pointes fixes, Pointes mortes, *Dead centers*) in allen den Fällen zweckmässig Anwendung, wo es sich um die grösste Vollkommenheit der Arbeit handelt.

Dass in dem Falle, wo das Arbeitsstück an beiden Enden statt der Grübchen Spitzen hat, und mit diesen Spitzen in entsprechende Grübchen

---

1) Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 82 u. 261; 1873. S. 276. Polyt. Centr., 1860. S. 746.

geschoben wird, sich im Prinzip Nichts ändert, bedarf hier nur der Andeutung.

Mancherlei Rücksichten auf die Beschaffenheit des Arbeitsstückes, auf sein Gewicht, auf die Umständlichkeit, dasselbe zwischen festen Spitzen in Umdrehung zu bringen u. s. w., haben es zweckmässig erscheinen lassen, in den meisten Fällen nur die eine Spitze festzulegen und die andere mit einer sich drehenden Achse in Verbindung zu setzen, welche bei ihrer Drehung das Arbeitsstück mitnimmt. Diese drehende Achse der Drehbank bildet die Drehbankspindel (Laufspindel, Spindel, Arbre, *Mandril*), während die mit Spitzen versehene Drehbank überhaupt Spitzendrehbank (Tour à pointes, *Center lathe*) heisst.

Noch andere Zweckmässigkeitsgründe endlich haben dann dazu geführt, die Spitze an der Spindel ganz wegzulassen und nur die zweite feste Spitze beizubehalten oder endlich sogar beide Spitzen zu beseitigen. Je weiter man sich aber in dieser Beziehung von der Anordnung der festen Spitzen entfernt, um so unsicherer wird die Festlegung und Beibehaltung der Drehachse und um so weniger wird die Drehbank zu genauer Arbeit geeignet.

Darnach hat man zunächst zwei Gattungen von Drehbänken zu unterscheiden: Drehbank ohne Spindel, und Drehbank mit Spindel.

Das Werkzeug (Outil à tourner, *Turning tool*), welches auf der Drehbank zur Verwendung kommt, [Drehstahl[1]) Drehmeissel, Dreheisen, Drehröhre] ist zunächst nach den allgemeinen Regeln, welche S. 208 abgeleitet sind, zu konstruiren, also mit Zuschärfungswinkeln auszustatten und unter Anstellungswinkeln an das Arbeitsstück zu setzen, welche der jedesmaligen Beschaffenheit des Arbeitsmaterials u. s. w. entsprechen. Zum Gebrauch auf Metall ist der Zuschärfungswinkel gewöhnlich 60 bis 70 Grad, geht aber bis 40 Grad herunter und bis 90 hinauf. Der Anstellungswinkel hat hier gewöhnlich eine Grösse von 3—4 Grad, steigt aber auch auf 15. Die zweckmässigste Grösse bezüglich des Kraftverbrauchs soll sein[1]):

für Schmiedeisen ein Zuschärfungswinkel von 51° und ein Anstellungswinkel von 3°,

für Gusseisen ein Zuschärfungswinkel von 51° und ein Anstellungswinkel von 4°,

für Bronze ein Zuschärfungswinkel von 66° und ein Anstellungswinkel von 3°,

da bei diesen Winkeln der Verbrauch an Arbeit für das Abheben einer Gewichtseinheit Späne am kleinsten wird. Andererseits sollen aber diese Winkel das Werkzeug zu sehr abnutzen, so dass es sich auch hier empfiehlt, einen reduzirten Winkel S. 211 anzuwenden. Zum Abdrehen eines Holzstückes ist der Zuschärfungswinkel sehr klein (20 bis 30 Grad) und der Anstellungswinkel sehr gross (15 bis 20 Grad).

Höchst mannigfaltig ist jedoch der Drehmeissel in seiner Form, um für die grosse Verschiedenheit der Aufgaben geeignet zu sein, welche der Drehbank zufallen.

Die gewöhnlichsten und am häufigsten gebrauchten Drehstähle sind der Schrotstahl, der Spitzstahl und der Schlichtstahl.

Der Schrotstahl (Gouge, *Round tool*) des Metallarbeiters ist ein Meissel mit runder bogenförmiger Schneide, wie aus Fig. 245 C S. 212

1) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1865. S. 622; 1866. S. 197. — Polyt. Centr., 1865. S. 353. — Dingler's Journ., Bd. 187. S. 285; Bd. 188. S. 289; Bd. 193. S. 444; Bd. 194. S. 192.

zu erkennen ist. Der Spitzstahl (Grain d'orge, *Point tool*) auf Metall ist bezüglich seiner Schneide so beschaffen, wie Fig. 245 B S. 212 zeigt, da er eine durch drei Seiten gebildete Spitze besitzt. Der Schlichtstahl (Burin droit, *Flat tool*) dahingegen hat eine geradlinige 2—12 mm. und mehr breite Schneide. — Diese drei Meissel werden von dem Metallarbeiter in einer gewissen Reihenfolge angewendet, so dass der Schrotstahl zum Abnehmen grober Späne, der Spitzstahl zum Abnehmen feinerer Späne namentlich aus Furchen u. s. w., der Schlichtstahl zum Abglätten (Schlichten) dient. [In einigen Fällen sind zum Abnehmen sehr feiner Späne Diamanten in Gebrauch [1])]. Für den Gebrauch aus freier Hand sind diese Stähle, welche für kleine Arbeiten sehr bequem und zweckmässig durch die S. 233 dargestellten verschiedenen Grabstichel ersetzt werden, in Hefte gefasst, welche das Halten in der Hand längere Zeit ohne Ermüdung zulassen, wie bei den später zu erwähnenden Feilenheften. Oft jedoch, und besonders beim Arbeiten auf hartem Metall, oder zum Abnehmen starker Späne sind die Drehmeissel hakenartig aufgebogen und mit 600 mm. langen Hefte versehen, welche der Arbeiter der sicheren Führung wegen unter den Arm schiebt oder auf die Schulter legt (Drehhaken, Crochet, *Heel-tool*, *Hook-tool*). Je nach der Form der Schneide unterscheidet man auch hier Schrothaken, Spitzhaken und Schlichthaken. Zum Ausdrehen hohler Gegenstände sind diese Stähle aber wenig oder gar nicht geeignet. Es müssen vielmehr zu diesem Zwecke die Schneiden der Stähle seitwärts angebracht werden, was dadurch geschieht, dass man die gewöhnlichen Drehstähle an dem Ende, wo die Schneiden sitzen, kurz rechtwinklig abbiegt. Sie erhalten dann ein hakenförmiges Ansehen und daher den Namen Hakenstahl (Mouchette, *Hook*, *Hook-tool*). Je nachdem der Haken beim Gebrauch des Stahls links oder rechts liegt, unterscheidet man linke und rechte Hakenstähle. Die Schneiden sind dann, wie die des Schrot-, Spitz- oder Schlichtstahls bogenförnig, spitz- oder geradlinig. — Wenn der Drehstahl eine lange Schneide an der Seite hat, die fast parallel mit dem Heft geht (dem Hefte zu steht sie etwas weiter von der Achse ab), so eignet er sich besonders zum Glattausdrehen tiefer Löcher und heisst daher Ausdrehstahl (Ciseau de côte, *Inside-tool*, *Side-tool*). Ist die seitwärts stehende Schneide bogenförmig oder sichelförmig, so entsteht der Halbmondstahl (Croissant). Ausdrehstahl und Halbmondstahl kommen sowohl links als rechts vor.

Der Holzarbeiter gebraucht zur Bearbeitung des Holzes Stähle, welche mit den obigen dieselbe Benennung führen und auch dieselbe Beschaffenheit haben, nur mit dem Unterschiede, dass die Schneiden stets messer- oder meisselartig zugeschärft sind. Desshalb ist auch der Schrotmeissel rinnenartig hohl (Röhre, Hohlmeissel, Gouge, *Gouge*, *Turning gouge*) und der Schlichtmeissel (Meissel, Drehmeissel, Ciseau, C. à planer, *Plane*, *Chisel*, *Turning chisel*) wie das Balleisen, also scharfschneidig beschaffen, wie bereits S. 235 und 236, Fig. 269 D, E, G erwähnt ist. Auch ist an denselben Orten die Gestalt der Hefte angegeben.

Dass sämmtliche Stähle, wenn sie nicht frei von der Hand, sondern in einem Werkzeugträger eingespannt geführt werden, demgemäss ohne Heft und entsprechend stärker sind, bedarf nur der Andeutung.

Das Werkzeug muss selbstverständlich Bewegungen annehmen, deren Gesetze von der Beschaffenheit der Arbeitsfläche herzuleiten sind, und die daher sehr mannigfaltig werden können. Da aber diese Bewegungen in

---

1) Dingler's Journ., Bd. 160. S. 314; Bd. 198. S. 368.

einer Ebene stattfinden, so können sie, auch wenn sie noch so verwickelt scheinen, stets aus zwei zusammengesetzt werden: aus einer, welche parallel und einer zweiten, welche normal zur Arbeitsachse steht. Entweder wird dann das Werkzeug von dem Arbeiter frei geführt, während es nur auf einem Festpunkt (Auflage, Support, *Rest*) liegt oder mit Hilfe eines Werkzeugträgers [Support, feste Auflage, Support fixe, *Slide-rest, Sliding-rest* [1])], der sodann wieder durch die Arbeiterhand, oder durch eine machinale Vorrichtung, also selbstthätig die Verschiebung des Werkzeugs veranlasst. Dadurch entsteht der Unterschied zwischen Handdrehbank, Handsupportdrehbank und Supportdrehbank.

Je nachdem nun eine Drehbank mit Spindel oder mit festen Spitzen, mit einer Auflage oder einem Support in Verbindung gebracht wird, entstehen wieder mehrere Anordnungen. Die wichtigsten hiervon sollen im Folgenden behandelt werden.

a) Spindeldrehbank mit Auflage oder Support. Die Spindeldrehbank mit Auflage oder Support ist unter den Drehbänken desshalb die wichtigste und gewöhnlichste, weil sie sich zu sämmtlichen Dreharbeiten sowohl in Holz als Metall vorzüglich eignet, um so mehr, da sie auch leicht für die genauesten Arbeiten in eine Drehbank mit todten Spitzen verwandelt werden kann.

Ihre wichtigsten Theile sind die Spindel mit der Vorrichtung zum Antrieb und zum Festhalten des Arbeitsstückes, die Auflage zur Unterstützung des Werkzeugs, und das Gestell zur Aufnahme, Unterbringung und Vereinigung dieser Theile.

Die Spindel [2]) ist eine kurze massive oder hohle Welle aus Schmiedeisen oder Stahl, welche zur Aufnahme des Arbeitsstückes geschickt eingerichtet und dann so gelagert sein muss, dass sie genau rundläuft. Letzterer Bedingung kann auf verschiedene Weise genügt werden. Gewöhnlich ist die Spindel mit zwei zylindrischen oder konischen Halszapfen versehen, welche in entsprechenden Halslagern liegen, die in denjenigen kurzen Lagerböcken sich befinden, welche die Spindeldocken (Docken, Poupées, *Puppets*) genannt werden. In früherer Zeit wurden diese Docken einzeln hergestellt und je nach der Lage Vorder- oder Hinderdocke genannt, nämlich so, dass diejenigen Docke, welche das vordere Ende der Spindel, an dem das Arbeitsstück sitzt, trägt, die Vorderdocke, die andere die Hinterdocke heisst. Diese Benennung ist übrigens auch beibehalten, nachdem, wie jetzt fast immer geschieht, beide Docken aus einem Stück [Spindelkasten, Spindelstock, Poupée fixe, *Head-stock*, *Mandril-stock* [3])] gebildet werden.

Bei Holzdrehbänken, bei denen wegen der Veränderlichkeit des Arbeitsmaterials eine sehr grosse Genauigkeit der Arbeit ganz unnütz ist, werden daher auch die Docken oft aus Holz und nur die Lager aus Weissguss (S. 31) angefertigt. In der Regel jedoch bestehen sie aus Gusseisen mit genau eingepassten Lagern. Die Lager, mit Schalen aus Lagermetall, oder bei sehr genau laufenden Spindeln aus Stahl, sind wie die Spindelzapfen entweder zylindrisch oder konisch — in welchem letzteren Falle ein Nachstellen erleichtert wird — und stets auf das genaueste montirt, so dass die Spindelachse nicht nur mit der geometrischen (Drehachse) zusammenfällt, sondern auch genau horizontal liegt. Bei kleinen Drehbänken wird das Lager der Hinterdocke oft durch eine Spitze ersetzt, welche an

1) Publ. ind., Bd. 2. S. 305. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 135; 1873. S. 4
2) Prakt. Masch.-Constr., 1873. S. 123. — Dingler's Journ., Bd. 213. S. 453. 3) Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 112.

einer durch die Docke gehenden Schraube sitzt und in eine genau zentrisch sitzende konische Vertiefung der Spindel eintritt. Durch diese Einrichtung wird zwar ein sehr genaues Rundlaufen der Spindel hervorgebracht, weshalb sie für genaue Arbeit besonders geeignet ist, sie ist aber nur für solche leichte Arbeitsstücke anwendbar, die das vordere Spindelende nicht so stark niederdrücken, dass der Spitzzapfen zu schnell einseitig abgenutzt wird. — Das Arbeitsstück überträgt ebenfalls durch das Drehwerkzeug und die zweite Führungsspitze auf die Spindel einen Druck in achsialer Richtung. Da dieser Druck eine schnelle Zerstörung der zylindrischen Lager zur Folge haben würde, so werden aus diesem Grunde nicht nur in vielen Fällen die Zapfen konisch, mit der Kegelspitze nach der Hinterdocke gerichtet, angeordnet, sondern es wird auch noch durch eine Stütze, welche sich gegen das Ende der Spindel stemmt, dieser Druck aufgehoben, was zur Erhaltung der Spindel wesentlich beiträgt.

Um die Spindel zur Aufnahme des Arbeitsstückes geeignet zu machen, genügt es fast in allen Fällen, dieselbe aus der Vorderdocke, bei kleinen und mittleren Drehbänken um 25 bis 50, bei grossen um 100 bis 300 mm. vorstehen zu lassen, und diesen Vorsprung auswendig und inwendig mit Schraubengewinde zu versehen, welches dann die später zu erwähnenden Vermittelungsstücke (Futter etc.) aufnimmt.

Der Antrieb der Spindel erfolgt, je nachdem die Drehbank durch den Fuss des Arbeiters oder durch Elementarkraft bewegt wird, durch Schnurrollen, Riemscheiben oder Zahnräder (Vorgelege), welche zwischen den beiden Lagern auf der Spindel sitzen.

Bei der Bewegung der Spindel vermittelst eines Fusstrittes (Fussdrehbank, Tour au pied, *Foot-lathe*) kommt es darauf an, die ursprüngliche Hebelbewegung in eine rotirende umzusetzen und zwar so, dass die Spindel gewöhnlich eine bedeutend grössere Anzahl von Umdrehungen macht, als der Arbeiter Hebelbewegungen.

Die Bewegungs-Umsetzung geschieht auf bekannte Weise durch Zugstange und Kurbel oder Krummzapfen. Auf der Kurbelwelle sitzt sodann ein grösseres schweres Rad (Roue, *Fly-wheel*) aus Holz oder Gusseisen, welches auf der Peripherie Schnurrinnen besitzt zur Aufnahme der Schnüre ohne Ende, die über ein ähnliches nur bedeutend kleineres Rad (Schnurwirtel, Poulie, *Pulley*, *Rigger*) laufen, das auf der Spindel befestigt ist. Um dabei das Uebersetzungsverhältniss verändern, oder die Spindelgeschwindigkeit der jedesmaligen Arbeit anpassen zu können, ist sowohl das treibende als das getriebene Rad mit mehreren (2 bis 6) Rinnen versehen, welche verschiedene Durchmesser haben und so angeordnet sind, dass die grösste Rinne des einen mit der kleinsten des anderen Rades korrespondirt. Eine zweckmässige Abstufung dieser Durchmesser ist 10 mm., so zwar, dass die Durchmesser eines Schnurwirtels mit 6 Schnurläufen von 75 auf 85, 95, 105, 115 und 125 mm. zunehmen und die Durchmesser des Triebrades von 640 auf 630, 620, 610, 600 und 590 mm. abnehmen, so dass sich die Umdrehzahl der Spindel pro Fusstritt auf etwa 4 bis 8 stellt.

Die Kurbelwelle mit dem darauf sitzenden, zugleich als Schwungrad dienenden Treibrade ist gewöhnlich unter der Spindel in dem Gestell der Drehbank (— in einigen seltenen Fällen liegt sie auch über der Spindel unter der Decke des Arbeitsraumes —) gelagert und zwar der leichten Beweglichkeit halber zwischen Spitzen, die zugleich zum Nachstellen eingerichtet sind. — Ebenso ist sehr oft die Achse des Fusstritts zwischen Spitzen, mitunter auch in Pfannen gelagert. Bei der Anordnung des Fusstritts ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass der Arbeiterfuss am bequemsten

tritt, wenn der Hub etwa 70—80 mm. beträgt. — Der Arbeiter wirkt an der Drehbank nur beim Niedertreten, also während der halben Kurbelumdrehung, wesshalb ein Schwungrad durchaus nothwendig ist.

Für den Betrieb der Drehbänke in dem Falle, wo die Arbeit bedeutende Widerstände erzeugt, wird wohl ein besonders aufgestelltes Schwungrad, mit Handkurbel durch 1 oder 2 Arbeiter gedreht, verwendet, wenn nur Menschenkraft zur Verfügung steht. — Auch Göpel werden mitunter gebraucht.

Die Regel in solchen Fällen ist aber die Benutzung von Elementarkraft, die bei schnell laufenden Drehbänken durch Riemen- und Stufenscheiben, bei langsam gehenden durch Riemen-Stufenscheiben und Räderwerk (Vorgelege) die Spindel treibt (Elementar-Drehbänke). Die Riemscheiben erhalten dabei je nach dem verlangten Geschwindigkeitswechsel 4 bis 5, selten 3 oder 6 Stufen, deren Durchmesserzunahme bei kleinen Scheiben von 100 mm. Durchmesser aufwärts 50 mm., bei grösseren 100 mm. beträgt, also etwa:

bei kleinen 100, 150, 200, 250 oder mittleren 360, 460, 560, 660, 760 oder bei sehr grossen 400, 500, 600, 700, 800 mm.;

dabei erhält der Regel nach das Deckenvorgelege dieselben Stufenscheiben in umgekehrter Anordnung.

Das Rädervorgelege ist gewöhnlich so angeordnet, dass damit Uebersetzungen von $\frac{8}{1}$, $\frac{9}{1}$, $\frac{10}{1}$, $\frac{11}{1}$, $\frac{12}{1}$ und $\frac{13}{1}$ hergestellt werden können.

Ist nun u die Anzahl der Umdrehungen des Deckenvorgeleges, so machen z. B. die Spindeln der grössten Bänke die Umdrehungen 2 u; 1,4 u; u; 0,7 u und 0,5 u und mit Hilfe des Rädervorgeleges mit dem Uebersetzungsverhältniss $\frac{1}{10}$: 0,2 u; 0,14 u; 0,1 u; 0,07 u und 0,05 u. Das macht z. B. für u = 30; die Spindelumdrehungen: 6; 4,2; 3,0; 0,213 und 0,15. —

In Fig. 328 ist eine sehr bewährte Drehbankspindel mit Stufenscheiben- und Vorgelege-Betrieb im Durchschnitt gezeichnet. Die Spindel a c ist bei a und c mit konischen Zapfen in dem Spindelkasten A A gelagert, der vermittelst der Schrauben S S auf dem Drehbankgestell befestigt wird. Auf dem Kopfe d befindet sich die Aussenschraube und die Spitze s zur Anbringung des Arbeitsstückes, und

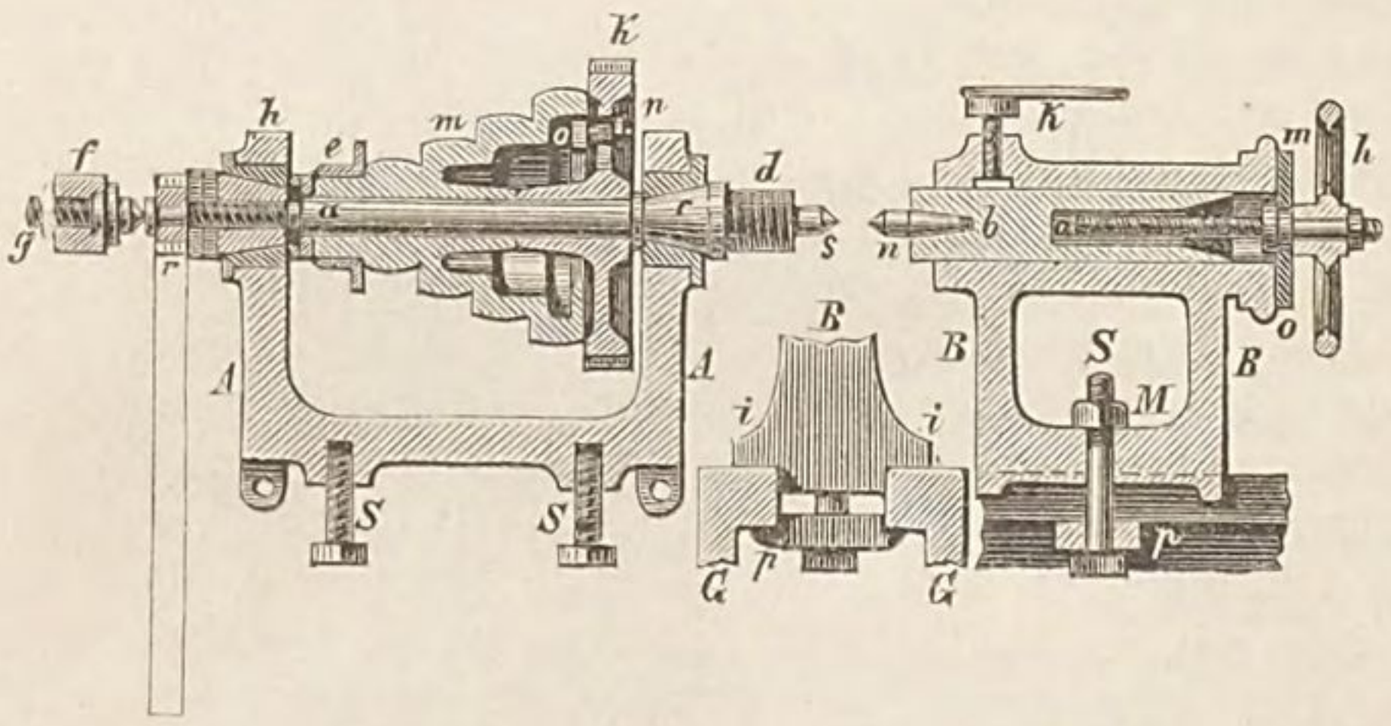


Fig. 328.

Fig. 329.

hinter der Hinterdocke h ist eine Stütze f angebracht, mit der gegen die Spindel tretenden Druckschraube g. Auf der Spindel liegen die Stufenscheiben m, um die Spindel drehbar, und fest verbunden mit dem Zahnrad e. Dahingegen sitzt das Zahnrad k auf der Spindel fest, und ist mit den Stufenscheiben m durch einen Mitnehmer o zu kuppeln, der sich in einem Arm des Rades k radial verschieben lässt, und in der äusseren Stellung gegen einen Vorsprung an der grössten Riemscheibe tritt, weiter der Mitte zugeschoben aber frei passirt. Ist das Rad k mit den Stufenscheiben m gekuppelt, so wird also die Spindel direkt mit der Geschwindigkeit der Riemscheiben gedreht. — Endlich liegt nun noch in dem

Spindelstock seitwärts parallel der Spindel eine kurze Nebenwelle mit zwei Zahnrädern, wovon das eine in das Trieb e, das andere in das Rad k eingreift, so dass hierdurch die Verbindung zwischen e und k also auch zwischen den Riemscheiben m und der Spindel a c indirekt (durch Vorgelege) hergestellt, und dieser eine Geschwindigkeit ertheilt wird, welche durch das Uebersetzungverhältniss zwischen den vier Zahnrädern e bis k bedingt wird. Zum Ausrücken der Transporteurräder ist die Nebenwelle entweder in der Längenrichtung verschiebbar oder durch exzentrische Lager auszurücken.

Um die Bewegung der Spindel auf das Arbeitsstück zu übertragen, muss das letztere mit derselben in feste Verbindung gebracht werden. Diese Verbindung kann nur an einem Ende des Arbeitsstückes bewerkstelligt werden; desshalb bedarf das andere Ende desselben, wenigstens in den meisten Fällen, ebenfalls einer Unterstützung, welche die Drehung des Arbeitsstückes zulässt, aber eine Abweichung von der Achse (ein Schlagen) verhindert. Es dient dazu, wie schon oben angedeutet, eine 2. Spitze. Damit dieselbe nun zunächst ein Runddrehen des Arbeitsstückes ermöglicht, muss sie genau in der Verlängerung der Spindelachse liegen, und damit sie für die verschiedensten Längen des Arbeitsstückes eingestellt werden kann, muss sie genau in dieser Achsenlinie verschiebbar sein. Desshalb befindet sich diese Spitze (Reitnagel, Pinne, Pointe, Contre-pointe, *Back centre*) in einer besonderen Docke, welche sich auf dem Gestell der Drehbank in der angegebenen Weise verstellen lässt (Reitdocke, fahrende Docke, Reitstock, Poupée mobile, P. à pointe, Contre-poupée, *Sliding puppet*).

In der einfachsten Gestalt, z. B. für Holzdrehbänke, bildet der Reitstock eine hölzerne Stütze mit einer festen Spitze, die durch Keile an jeder Stelle des Gestells festgehalten werden kann. Besser jedoch ist die Einrichtung, bei welcher der Reitnagel in dem oberen Theil des Reitstockes noch einer Verschiebung in der Achsenrichtung fähig ist, um mit dem Reitstock gewissermassen die grobe und mit dem Reitnagel eine feine Einstellung vornehmen zu können. Der Reitnagel wird dann entweder mit der Hand in einer horizontalen Durchbohrung des Reitstocks verschoben und durch eine Klemmschraube festgestellt, oder zweckmässiger vermittelst einer Führungsschraube, welche die Spitze nach beiden Richtungen bewegt und daher z. B. so mit dem Nagel verbunden ist, wie die S. 307 gezeichnete Schraube für die Bewegung der Bohrspindel. In diesem Falle ist auch noch eine Klemme zum sicheren Festhalten des Reitnagels vorhanden.

Bei kleinen Drehbänken hat der Reitnagel in der Docke eine Beweglichkeit von 75 bis 100, bei grösseren bis 300 mm.

Die Fig. 329 S. 330 stellt einen Reitstock mit innen liegender Schraube a zur Verschiebung des Reitnagels n dar. Die Schraube a, welche an der Längenverschiebung durch die Platte m o verhindert wird, erhält die Drehung vermittelst des Handrades h, in einer Mutter, die in dem Schieber b festsitzt, so dass letzterer durch die sich drehende Schraube hin- und hergeschoben wird. Eine bei k angebrachte Druckschraube hält den Schieber b in der verlangten Lage fest. Der gusseiserne Reitstockkörper B liegt mit zwei Nacken i i auf dem Drehbankgestell G G, festgehalten durch die Schraube S, welche die Platte p an die Gestellränder presst. Nach Lösung der Mutter M kann der Reitstock auf dem Gestell verschoben werden.

Die Verbindung des Arbeitsstückes mit der Spindel, damit dasselbe

die erforderliche Drehung erhält, (Einspannen, Monter, *Mounting*) muss auf sehr mannigfaltige Weise hervorzubringen sein, weil die Verschiedenheit der Arbeitsstücke eine solche Mannigfaltigkeit erheischt, da nicht nur ihre Dicke und Länge, sondern auch der Umstand in Betracht gezogen werden muss, ob das Arbeitsstück abgedreht, ausgedreht oder plangedreht werden soll. — Man kann dabei zwei Fälle unterscheiden, je nachdem das Arbeitsstück einer Unterstützung am Reitnagel bedarf oder nicht; das erstere ist für lange Arbeitsstücke unerlässlich, das zweite kann bei kurzen Arbeitsstücken überflüssig, in manchen Fällen, z. B. beim Ausdrehen, unmöglich werden. — Das einfachste und, aus oben erklärten Gründen bezüglich des Runddrehens, sicherste Einspannen ist das zwischen den Spitzen der Spindel und des Reitstocks. Da aber in diesem Falle die Reibung an der Spitze der sich drehenden Spindel für Mitnahme des Arbeitstückes nicht ausreicht, so muss eine besondere Mitnehmervorrichtung angebracht werden. Dieselbe besteht in einer künstlich angebrachten Erhöhung auf dem mit der Spindel zu verbindenden Ende des Arbeitsstückes, die von einem Haken der Spindel gefasst wird; für Holz genügt oft eine meiselartige Schneide, die quer an dem vorderen Spindelende sitzt uud auf welche das Holz aufgetrieben wird. Eine Spitze in der Mitte dieser Schneide (Dreizack) erleichtert das Zentriren. — Die künstliche Erhöhung kann zwar mitunter durch einen eingeschlagenen Nagel oder eine eingedrehte Schraube erzeugt werden; zweckmässiger jedoch ist ein Mitnehmer, (Führer, *Driver*, *Carrier*), welcher auf das Arbeitsstück gesteckt wird und möglichst allgemein verwendbar ist. Ein solcher ganz allgemein und daher am häufigsten angewendeter Führer ist das in Fig. 330 B gezeichnete Herz (Coeur). Dasselbe besteht aus einem länglich spitzigen schmiedeisernen Ring H, in welchem das Arbeitsstücka durch die Druckschraube s festgehalten wird. Indem sich nun gegen die Zunge L ein Stift d legt, der ein Stück eines Hakens bildet, welcher quer durch die Drehbankspindel gesteckt ist, wird das Arbeitsstück mitgenommen. Der spitzig ringförmige Raum im Innern des Herzstückes lässt die Aufnahme vieler verschieden gestalteter Arbeitsgegenstände zu. — Statt des zum Mitnehmen angewendeten einfachen

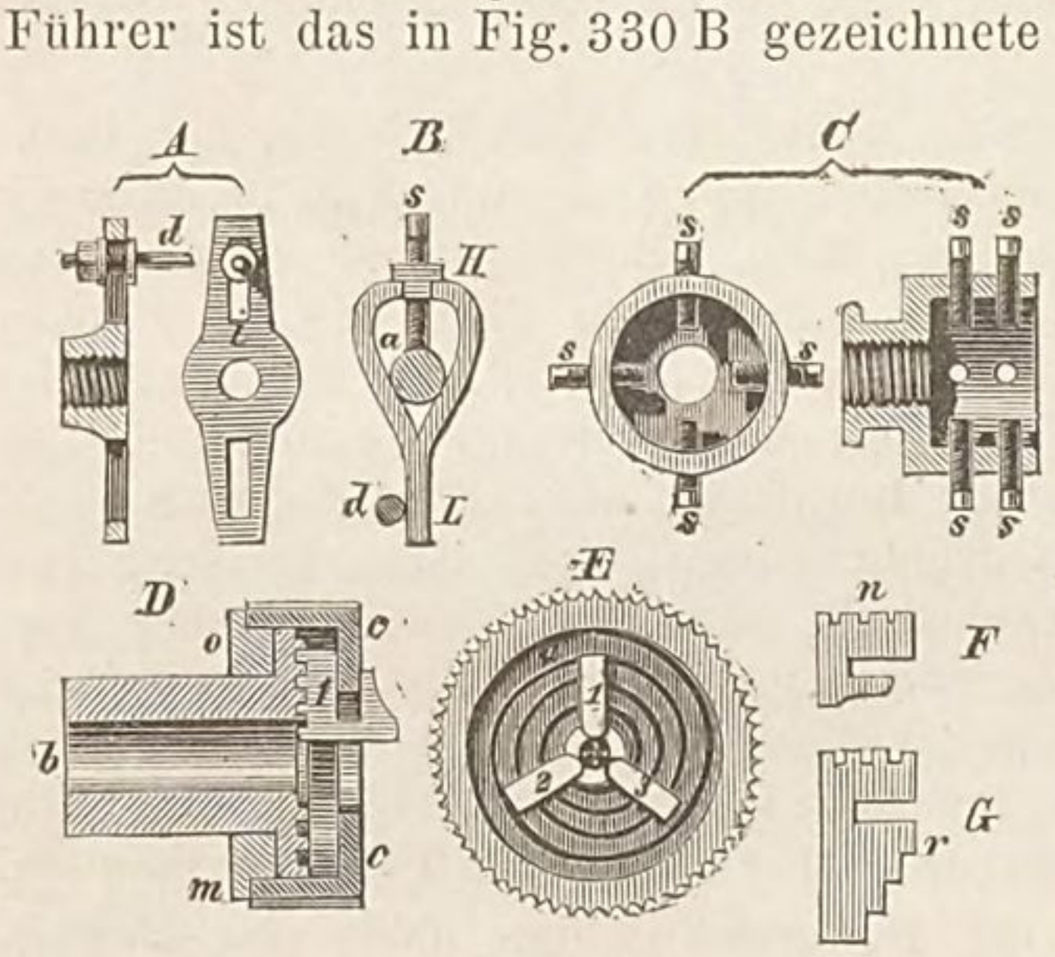


Fig. 330.

eisernen Hakens von der Gestalt ⌐, der mit dem längeren Schaft quer durch den Spindelkopf gesteckt wird, und dessen kurzer horizontaler Schaft den Stift d bildet, der sich gegen die Zunge L des Herzstückes legt, wird, namentlich für grössere Drehbänke, zweckmässiger eine Mitnehmerscheibe, Fig. 330 A, angewendet, die auf den Spindelkopf geschraubt wird, und bei d den Mitnehmerstift trägt, welcher in einem Schlitz i verstellbar ist. Ist diese Scheibe kreisrund, so dient sie auch als Kittscheibe. — Andere komplizirte Einrichtungen dieses Mitnehmers haben keine Aufnahme in der Praxis gefunden.

Ist diese eben beschriebene Art des Mitnehmens nicht zulässlich, so bedient man sich in den meisten Fällen zur Verbindung der Arbeitsstücke

mit der Spindel des sogenannten Futters,[1]) (Drehbankfutters, Mandrin, *Chuk*). — Das einfachste Futter ist ein Hohlzylinder, der auf den Kopf der Spindel aufgeschraubt wird und in dessen hervorstehendes Ende man das Arbeitsstück eintreibt oder einsteckt und mit eingeschlagenen hölzernen Keilstücken festhält (Klemmfutter). Zweckmässiger ist es, statt der Keile Schrauben anzuwenden, die radial durch die Wand des Hohlzylinders gehen, (Schraubfutter) Fig. 330 C. Damit das Arbeitsstück im Schraubfutter gehörig gegen Schwankungen gesichert wird, sind mindestens 6 Schrauben s vorhanden, wovon je zwei in einer Reihe stehen. In grossen Futtern werden oft acht Schrauben s mit je zwei in einer Reihe angebracht, wie Fig. 330 C zeigt. Da das Zentriren und Einspannen des Arbeitsstückes durch 6 oder 8 Schrauben langwierig ist, so sind im Laufe der Zeit in grosser Anzahl sogenannte Universalfutter (*Universal-Chuk*) konstruirt worden, welche durch Bewegung eines Stückes sowohl das Einklemmen als Zentriren bewirken. Fast ohne Ausnahme bestehen sie in zylindrischen oder scheibenförmigen Stücken, die mit dem Spindelkopf verbunden werden und in welchen 2, 3 oder 4 Backen eingelegt sind, die sich gleichzeitig und genau gleichmässig radial bewegen lassen. Die Bewegungsvorrichtungen sind dabei zwar sehr verschieden, allein gewöhnlich ist die Grundlage derselben eine Schnecke oder eine Schraube, welche in Drehung versetzt die Vor- und Rückschiebung bewirkt.

Als Beispiel hierzu mag das in Fig. 330 D bis G dargestellte Futter gelten. Das wesentlichste desselben besteht aus den drei Backen 1, 2, 3, welche sich nur radial bewegen können und dadurch das Arbeitsstück nicht nur zentriren, sondern auch genügend festhalten. Die Verschiebung wird durch eine Spirale a bewirkt, welche auf der ringförmigen Oberfläche des Hohlzylinders E sitzt, und in welche die Backen mit den Zähnen n Fig. F und G eingreifen. Ein Deckel c, der mit dem Ring o zusammengeschraubt ist, verhindert zunächst das Herausfallen der Backen; da die letzteren aber zugleich in radialen Führungen dieses Deckels liegen, so wird auch ihre Verschiebung, durch die Drehung des Deckels um den Schaft b, veranlasst. Der Schaft b endlich wird mit der Drehbankspindel durch Einstecken in Verbindung gebracht und durch Reibung genügend festgehalten.

Ist das Arbeitsstück flach, also scheibenartig, so dass es sich weder zwischen Spitzen noch in ein Futter einspannen lässt, so wird zur Befestigung desselben mit der Spindel eine runde Scheibe benutzt, die auf den Kopf der Spindel geschraubt wird und mit letzterer rotirt. Kleine Gegenstände werden wohl auf dieser Scheibe festgekittet durch einen Kitt aus Kolophonium und Ziegelmehl (Kittscheibe), oder auch durch Schnelloth festgelöthet [Löthscheibe[2])]. Grössere Arbeitsstücke müssen aber ihre Verbindung mit der Scheibe (Planscheibe, Plateau, *Face plate*) auf solidere Weise erhalten [Planscheibendrehbank[3])]. Zu dem Zwecke ist die gusseiserne Planscheibe, welche bei kleinen Drehbänken etwa 100 bis 350 mm., bei grossen aber bis 5 m. Durchmesser besitzt, (auch der Leichtigkeit wegen) mit einer grossen Anzahl kurzer radialer Schlitze versehen- welche Haken, Knaggen oder Schraubenbolzen aufnehmen, die das Fest-

---

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1869. S. 150. — Prakt. Masch.-Constr., 1872. S. 157. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1866. S. 504; 1867. S. 483; 1868. S. 194 u. 258; 1869. S. 415. — Polyt. Centr., 1855. S. 1170; 1868. S. 55; 1869. S. 150; 1874. S. 1508. — Dingler's Journ., Bd. 183. S. 83; Bd. 159. S. 19; Bd. 182. S. 272; Bd. 187. S. 288; Bd. 188. S. 454; Bd. 211. S. 415; Bd. 214. S. 370. 2) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1854. S. 21. — Dingler's Journ., Bd. 133. S. 5. 3) Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 67. — Polyt. Centr., 1858. S. 1114; 1875. S. 681. — Dingler's Journ., Bd. 149. S. 331; Bd. 217. S. 279.

spannen bewirken, und daher ebenso beschaffen sind wie die zu gleichem Zwecke dienenden Vorrichtungen, welche in Fig. 275, S. 251 für die Hobelmaschine näher beschrieben sind.

Stellt man sich in dieser Figur unter T die Planscheibe der Drehbank vor, so zeigt die Anordnung A und B unter Anderem, wie durchbrochene Arbeitsstücke befestigt werden, z. B. Räder an den Speichen, um die Kränze und Naben abzudrehen, die Naben auszudrehen, wenn man sich an Stelle von a die Speichen denkt u. s. w., während C die Befestigung andeutet, wenn nicht die Peripherie, sondern die Vorder- oder Innenfläche des Arbeitsstückes bearbeitet werden soll. Eine sehr gewöhnliche, weil für sehr viele Fälle ausreichende Anordnung der Planscheibe besteht, (Fig. 331) in vier Knaggen 1, 2, 3, 4, welche über die vordere Fläche der Scheibe a b emporragen und in vier radialen Schlitzen s durch in denselben liegende Schrauben beliebig verschoben werden können. Die dadurch schraubstockartig wirkenden Knaggen können übrigens nicht nur massive Körper von jedem Querschnitt zwischen sich fassen, sondern auch mit den vorspringenden Rändern in Höhlungen eingebracht und nach aussen bewegt werden, um hohle Körper auf der Planscheibe zu befestigen [Universalplanscheibe[1])]. Diese Schraubstock-Einrichtung trifft man sowohl bei kleinen Scheiben von 300 mm. als auch bei Scheiben bis 1,5 m. Durchmesser.

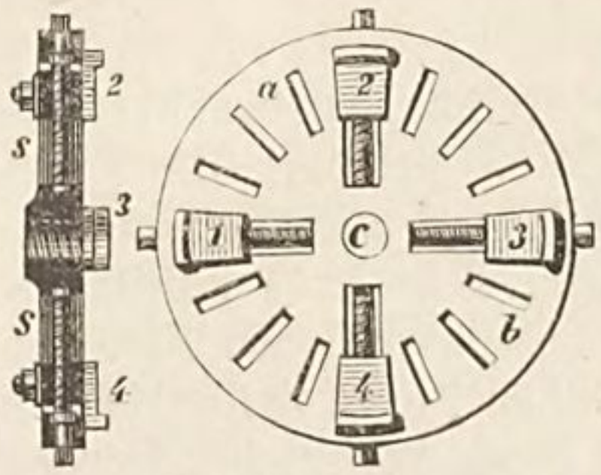


Fig. 331.

Die rohr- oder ringartigen, also hohlen Arbeitsstücke werden leicht nach einer der oben angegebenen Verfahrungsarten mit der Spindel in Verbindung gebracht, wenn man sie gewissermassen in massive verwandelt, was dadurch geschieht, dass man sie auf ein massives Futter (Dorn) schiebt, worauf sie durch Reibung festsitzen, oder indem man in die Hohlungsausgänge Holz- oder Metallstücke einklemmt. Die Dorne werden durch die Mitnehmer in Bewegung gesetzt oder auch in ein Futter gesteckt. Für kurze ringartige Stücke wendet man zweckmässig einen sogenannten expandirbaren Dorn[2]) an, der auf verschiedene Durchmesser gebracht werden kann und daher zur Aufnahme einer grösseren Anzahl verschiedener Höhlungen geeignet ist. — Statt solcher Dorne lässt sich auch das in Fig. 330 D, E gezeichnete Futter gebrauchen, wenn man statt der Backen F, solche mit treppenförmigen Abstufungen r versehene Backen G einlegt, und das Arbeitsstück mit der Höhlung auf diese Treppen schiebt. Dass zu demselben Zweck die Schlitten 1, 2, 3, 4 der Planscheibe Fig. 331 mit aufrecht stehenden Rändern versehen sind, wurde bereits bei der Beschreibung derselben angegeben.

Beim Abdrehen sehr langer und verhältnissmässig dünner Arbeitsstücke (z. B. Schraubenspindeln, Wellen) tritt durch den Druck des Werkzeugs leicht ein Durchbiegen derselben und in Folge dessen eine unerwünschte Gestaltänderung ein. Zur Verhinderung dieses Durchbiegens wird noch eine Hilfsdocke [Lünette, Brille, Setzstock, Poupée à lunette, *Collar plate*[3])] zwischen Spindel und Reitstock eingeschaltet, welche aus einem vertikalen Rahmen besteht, zu dem eine Anzahl halbrund ausgeschnittener Backen gehören, die das Arbeitsstück zwischen sich nehmen. Der auf

1) Polyt. Centr., 1868. S. 1637. — Dingler's Journ., Bd. 173. S. 85., Bd. 183. S. 260. 2) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1862. S. 214. — Polyt. Centr., 1861. S. 442; 1873. S. 1152. — Dingler's Journ., Bd. 159. S. 19; Bd. 214. S. 369. 3) Polyt. Centr., 1852. S. 1313.

S. 172 in Fig. 209 dargestellte Seckenzug kann als Erläuterung für den Haupttheil der Lünette dienen, wenn man sich statt des oberen Backens a mit zylindrischem Vorsprung einen Backen eingelegt denkt, der ebenfalls einen kreisförmigen Ausschnitt besitzt.

Die Auflage (Support, *Rest*), welche den Zweck hat, das Werkzeug des Drehers zu unterstützen, damit dieser dasselbe sicher zu führen und in diejenige Lage zu bringen vermag, in welcher der Angriff am sichersten und bequemsten erfolgt, muss zunächst eine Verschiebung des Meissels in der Achsenrichtung des Arbeitsstückes zulassen. Sodann ist dieselbe so einzurichten, dass sie je nach der Dicke des Arbeitsstückes mehr oder weniger von der durch die Spindel gelegten Achse entfernt und endlich in verschiedenen Höhen festgestellt werden kann. Sie besteht gewöhnlich, Fig. 332, aus einer Krücke a, welche mit dem runden Stiel in einer Hülse b sich nicht nur auf- und niederschieben, sondern auch drehen und durch eine Klemmschraube k fesstellen lässt. Die Hülse b sitzt an einem Schieber d d, der auf dem Gestell G liegt und sich quer bewegt. Eine zwischen den Gestellstücken G liegende Schraube s, welche durch die in dem Ring r sitzende Mutter m gespannt wird und dadurch das Querstück q anpresst, verbindet die Auflage mit dem Gestell. Damit die Querbewegung des Schiebers d d erfolgen kann, wird die Befestigungsschraube mit einem viereckigen Kopf n versehen, der in einer Nuth oder einem Schlitz i des Schiebers liegt. — Die horizontale Kante der Krücke a hat durchschnittlich eine Länge von 75 bis 250 mm., so dass man ein Arbeitsstück ebenfalls in dieser Länge bearbeiten kann, ohne eine Verschiebung der Auflage vorzunehmen. Die Höhenlage dieser Kante richtet sich lediglich nach der Beschaffenheit oder Höhe des Werkzeugs, indem dieses so angesetzt werden muss, dass die angreifende Schneide ein klein wenig über die Drehachse des Arbeitsstückes zu liegen kommt, damit ein Fangen oder Einreissen vermieden wird. Die Drehbarkeit der Krücke um eine vertikale Achse gestattet ferner eine entsprechende Stellung derselben beim Konisch- und beim Plandrehen. — Wie hierbei die Drehbarkeit der ganzen Auflage um die Schraube s als Achse mit benutzt werden kann, bedarf keiner weiteren Erklärung. — Bei Drehbänken für Holzarbeiter ist die Auflage gewöhnlich aus Holz gemacht; nur die Krücke muss, der geringeren Abnutzung wegen, aus Eisen, oder mit Eisen beschlagen sein.

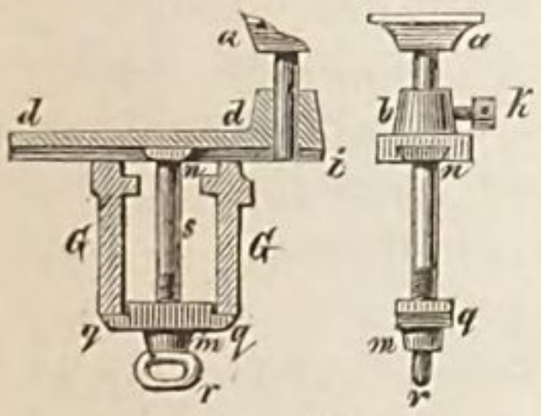


Fig. 332.

Das Gestell der Drehbank besteht wesentlich aus zwei Theilen: dem Bett zur Aufnahme der Docken und Auflage, und den Böcken zum Tragen des Bettes und des Antriebsmechanismus.

Das Bett (Etabli, Bâti, Banc, *Frame*) muss vor allen Dingen eine Verschiebung des Reitstocks in der Weise möglich machen, dass bei dieser Verschiebung die Spitze des Reitnagels stets genau in der Achse der Spindels erfolgt, was voraussetzt, dass die Oberfläche des Bettes genau eben und der Spindelachse parallel, demnach horizontal ist. Gewöhnlich besteht dasselbe aus zwei gusseisernen (bei Holzdrehbänken sehr oft hölzernen) Balken (Wangen, Jumelles, Coulisse, *Bearers*, *Bed*) mit sorgfältig geebneter Oberfläche, die in einem solchen Abstande von einander liegen, dass die Docken dazwischen eine Prismenführung und eine einfache Befestigung finden, z. B. Fig. 332, wo G G die Wangen bedeuten. Die Länge der Wangen beträgt bei kleinen Drehbänken etwa 1 m., bei grösseren nach Bedürfniss mehr. — Die Entfernung der Wangenoberfläche von der Spindelachse (Spitzenhöhe) richtet sich nach dem Durchmesser der am

häufigsten vorkommenden Arbeitsstücke und beträgt kaum unter 120 mm. Die Entfernung der Spindelachse vom Fussboden ist der Bequemlichkeit des Arbeiters angepasst und gemeiniglich 1 bis 1,10 m. — Der Querschnitt der hölzernen Wangen ist ein auf die kleinere Seite gestelltes Rechteck; der Querschnitt der gusseissernen Wangen dagegen gewöhnlich T förmig ⊤ ⊤ oder auch einfach Winkelförmig ⌐ ¬ z. B. Fig. 334, um Steifigkeit und Tragfähigkeit mit Leichtigkeit zu verbinden. Sehr kleine Drehbänke erhalten wohl statt der Wangen ein einziges drei- oder fünfseitiges, mit einer Kante nach oben gerichtetes, schmiedeisernes Prisma (Barre, Perche, Verge, *Bar*), Prismadrehbank, Tour à barre, T. à verge, *Barlathe*), mit dem die Docken etc. durch gleich geformte Hohlstücke und Anziehen einer gegen die untere flache Seite pressenden Schraube verbunden werden.

In manchen Fällen ist es erwünscht, selbst kleine Drehbänke für die Aufnahme solcher kurzer, flacher Arbeitsstücke einzurichten, deren Halbmesser grösser als die Spitzenhöhe der Drehbank ist. Dann wird unmittelbar vor dem Spindelkasten das Bett entweder mit einem Ausschnitt versehen (gekröpftes Bett), welcher mitunter durch eingelegte Stücke ausgefüllt werden kann, oder das Bett wird aus zwei Theilen hergestellt, welche tief unter der Spindel solide mit einander verbunden werden.

Für genaue und schwere Arbeit reicht selten die Geschicklichkeit und die Kraft des Arbeiters zur Führung des Drehstahls aus, da z. B. das mit einem bestimmten Druck gegen das Arbeitsstück gehaltene Werkzeug seiner Beweglichkeit halber an weichen Stellen tiefer eingreift als an härteren, und hier also einen unrunden Querschnitt erzeugt. Man hat deshalb sowohl bei Fuss- als Elementardrehbänken statt der gewöhnlichen Auflage eine Vorrichtung angebracht, die den Meissel festhält, seine Schwankungen möglichst verhindert und nur diejenigen Bewegungen desselben zulässt, welche der herzustellenden Rotationsfläche durchaus entsprechen. Diese Vorrichtung ist der Support [feste Auflage, Support fixe, *Slide rest*, *Sliding rest* [1])]. Ob der Support durch die Arbeiterhand regiert (Handsupport) oder durch machinale Organe bewegt wird, hat auf die Einrichtung desselben keinen wesentlichen Einfluss. Er enthält in seinem oberen Theile zunächst eine Vorrichtung zum Festhalten des Meissels [Meisselhalter, Stichelhaus [2])], welche gewöhnlich aus einer Art Schraubstock besteht, mitunter auch so konstruirt ist wie der Meisselhalter des S. 253 beschriebenen Supports einer Hobelmaschine. Die Einstellung des Meissels geschieht durch einen Schlitten, welcher derselben Bewegungen fähig ist, wie die gewöhnliche Auflage, sonst aber von der letzteren dadurch abweicht, dass die Bewegungen der Genauigkeit halber durch Schrauben herbeigeführt werden. Deshalb liegt dieser obere Schlitten auf einem zweiten (unteren) in Prismenführungen verschiebbar, und der untere Schlitten auf einem dritten Stück, das die Verbindung mit dem Gestell vermittelt. In diesem Stücke liegt die Schraube für die Bewegung des unteren Schiebers, sich mit der Schraube für den oberen Schieber rechtwinklig kreuzend (Kreuzsupport). Das dritte (unterste) Stück und somit der ganze Support endlich ist auf den Drehbankwangen verstellbar und zwar wie die gewöhnliche Auflage durch die Hand (Handsupport) oder durch eine Leitspindel (Leitspindeldrehbank), oder Zahnstange (Zahnstangendrehbank, Tour parallèle, T. cylindrique, T. à chariot, *Slide lathe*).

---

1) Prakt. Masch.-Constr., 1872. S. 14. — Polyt. Centr., 1848. S. 807; 1873. S. 553. — Dingler's Journ., Bd. 45. S. 248; Bd. 153. S. 326; Bd. 207. S. 178. 2) Deutsch. Ind.-Zeit., 1868. S. 274. — Polyt. Centr., 1873. S. 1273. — Dingler's Journ., Bd. 187. S. 285; Bd. 189. S. 289; Bd. 194. S. 192.

In den Figuren 333 und 334 ist ein Support für Leitspindeldrehbänke mit Längs- und Querverstellung (also zum Abdrehen und Plandrehen) und Hand- oder Leitspindelübertragung in zwei Durchschnitten zur weiteren Erläuterung des Vorhergehenden gezeichnet.

Der Meisselhalter H, welcher aus zwei Schraubkloben besteht, die den Stahl w halten, sitzt zunächst fest auf dem Oberschlitten a, der auf dem zweiten Schlitten b in Prismen geführt wird. Zur Verschiebung des Oberschlittens dient die Schraube 1, 2, welche am vorderen Ende 1 mit einem

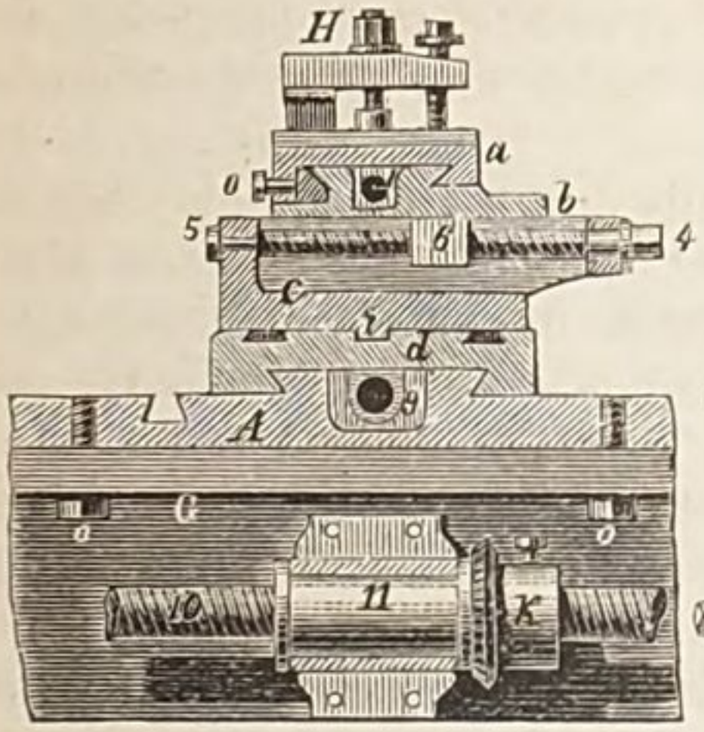


Fig. 333.

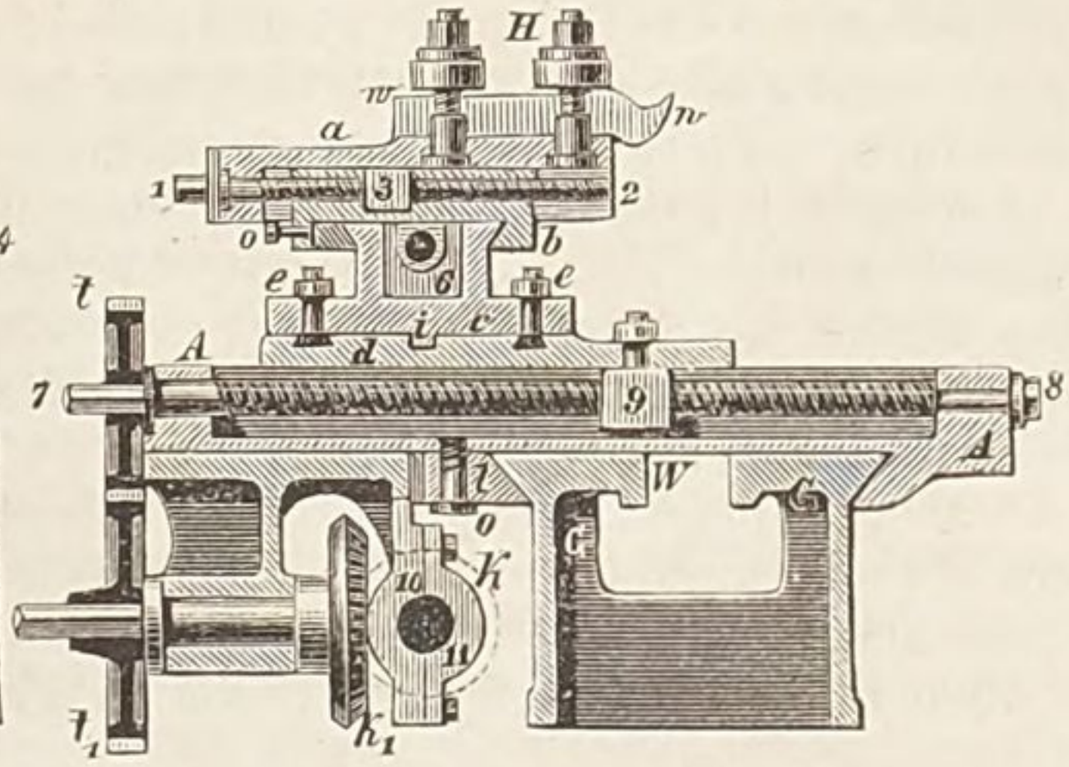


Fig. 334.

Hals so in den Oberschlitten gelegt ist, dass sie sich in diesem nur drehen kann. In dem zweiten Schlitten liegt, in eine Vertiefung eingelassen, die zur Schraube 1, 2 gehörende Mutter 3. Die durch einen auf den vier-eckigen Theil 1 aufgesteckten Kurbelschlüssel herbeigeführte Drehung der Schraube 1, 2 veranlasst demnach eine Verschiebung von a auf b. Der Kreuzschlitten b wird nun in gleicher Weise auf die Unterlage c gelegt, und durch die in c gelagerte Supportschraube 4, 5, deren Mutter 6 an b festsitzt, auf c verschoben. — Diese Theile a, b und c, welche den eigentlichen Support bilden, werden vermittelst des Stückes c von der Unterlage d aufgenommen und zwar in der Weise, dass sie sich auf derselben um eine vertikale Achse drehen können, wodurch die Verschiebung des Meissels w gegen die Achse des Arbeitsstückes unter jedem Winkel erfolgen kann. Zu dem Zwecke sitzt an c der Zapfen i, der in eine Vertiefung von d eintritt. Die Feststellung des Supports auf d geschieht mit Hilfe der Schrauben e e, deren pyramidale Köpfe in kreisförmigen Schwalbenschwanz-Nuthen des Stückes d eingeschoben sind. — Der Schlitten d endlich ist wieder in derselben Weise durch Prismenführung mit dem Träger A in Verbindung gebracht und auf demselben durch die Schraube 7, 8 zu verschieben, welche in dem an d sitzenden Anguss 9 ihre Mutter hat. Dieser Träger A ruht sodann auf den Wangen G, die oberen Ränder derselben ebenfalls so umfassend, dass eine gehörige Prismenführung entsteht. Um nun diesen Träger A, also auch den Support längs den Wangen G vermittelst der Leitspindel 10 selbstthätig zu verschieben, ist in 11 eine Mutter angebracht, durch welche die Spindel 10 hindurchgeht und die mittelst eines kleinen Lagerstuhls mit dem Träger A verbunden ist: bei einer Drehung der Schraube 10 findet demnach eine Verschiebung des Supports längs den Wangen Statt. Durch dieselbe Schraube kann aber auch behufs des Plandrehens eine Querverschiebung des Supports veran-

lasst werden und zwar mit Hilfe der Kegelräder k und k_1 und der Stirnräder t_1 und t, wovon das letztere auf der Querschraube 7, 8 festsitzt, welche den Untertheil d verschiebt. — Da aber beide Bewegungen niemals gleichzeitig stattfinden sollen, so muss während der Längsverschiebung des Supports die Bewegung der Kegelräder k und k_1, und während der Querbewegung die Mitnahme des Trägers A verhindert werden. Dieses wird durch folgende Anordnung bewerkstelligt. Das Kegelrad k bildet mit der Mutter 11 ein Stück. Die Mutter 11 liegt in dem Lagerstuhl drehbar. Ist daher das Rad k mit der Schraube 10 fest verbunden, so dient die letztere nur als Welle und überträgt die Bewegung auf die Querschraube 7, 8. Diese feste Verbindung wird durch eine in Fig. 336 bei k sichtbare Druckschraube bewirkt. Wird dahingegen das Rad k und somit die Mutter 11 festgehalten, so erfolgt die Längsverschiebung. Dies Festhalten bewirkt das Kegelrad k_1, dessen kurze Welle ebenfalls durch eine seitwärts sitzende Druckschraube in ihren Lagern festgeklemmt werden kann. Klemmt man daher k auf die Schraube 10 fest, so erfolgt die Querverschiebung des Meissels und klemmt man die Achse des Rades k_1 fest, so erfolgt seine Längsverschiebung.

Um aus diesem komplizirteren Support die Kenntniss eines gewöhnlichen Handkreuzsupports zu gewinnen, ist es nur nothwendig, das Stück A wegzunehmen, den Unterschlitten c direkt auf die Wangen G zu legen und in der Weise zu befestigen, wie in Fig. 335 an der Auflage erklärt wurde.

Soll ein solcher Support nur eine Längsverschiebung durch die Leitspindel erhalten, was bei einfachen Drehbänken gewöhnlich der Fall ist, so fallen die Kegelräder k, k_1, die Räder t_1 und t, sowie die Schraube 7, 8 weg.

Bei der Leitspindeldrehbank[1]) liegt zur Schaltbewegung des Supports entweder vor oder zwischen den Wangen eine Schraubenspindel [Leitspindel[2])], welche durch Zahnräder von der Spindel aus in Drehung versetzt wird und, indem sie durch eine mit dem Support fest verbundene Mutter geht, je nach der Drehrichtung diesen von links nach rechts oder entgegengesetzt bewegt, so dass also auch in beiden Richtungen gearbeitet werden kann. Durch Auswechselung der Transporteurräder ist sodann die angemessene Geschwindigkeit herbeizuführen. Wenn statt der Schraubenspindel eine Zahnstange zu demselben Zwecke vorhanden ist [Zahnstangendrehbank[3])], so befindet sich am Support ein Triebrad, das in die Zahnstange eingreift und ebenfalls von der Spindel aus bewegt wird, indem diese eine längs den Wangen hinlaufende Stange in Drehung versetzt, welche durch Kegelräder die Bewegung auf das Triebrad am Support überträgt. Eine Kuppelung dient zur Umsetzung der Bewegung. — Bei manchen Drehbänken ist auch die sehr zweckmässige Anordnung getroffen, dass der Dreher vermittelst einer Kurbel die Mutter oder das Triebrad an dem Support in Bewegung setzen kann, in Folge dessen dann der Support ebenfalls durch die — nunmehr so lange festgehaltene — Schraube oder die Zahnstange auf den Wangen hingeführt wird. Namentlich für kurze Supportwege und schnellen Wechsel ist diese Anordnung unentbehrlich. Diese Anordnung ist ebenfalls aus Fig. 336 und 337, S. 337, zu erkennen.

---

1) Hütte, 1856. Taf. 17; 1857. Taf. 13; 1861. Taf. 18; 1868. Taf. 8. — Wiebe, Skizzenb., 1873. Heft 85. Bl. 1 u. 2. -- Publ. ind., Bd. 2. S. 143; Bd. 3. S. 378; Bd. 6. S. 250; Bd. 7. S. 431; Bd. 19. S. 390; Bd. 21. S. 169. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1869. S. 313. — Polyt. Centr., 1875. S. 1241. 2) Dingler's Journ., Bd. 213. S. 1. 3) Publ. ind., Bd. 5. S. 298; Bd. 12. S. 471. — Wiebe, Skizzenb., Heft 15. Taf. 1.

Man hat ja nur nöthig, statt des Rades t_1 auf die kurze Achse des Kegelrades k_1 eine Drehkurbel zu stecken und herum zu drehen, um die Bewegung des Supports herbeizuführen, wenn die Schraube 10 gleichzeitig festgehalten wird, da sich dann die Mutter 11 durch das Rad k dreht und längs der Schraube verschiebt und den Support mitnimmt. — Beim Plandrehen erhält der Support ebenfalls durch entsprechende Räderübersetzung eine selbstthätige Querverschiebung, wie bereits S. 337 etc. gezeigt wurde.

Das Bett dieser Drehbänke unterscheidet sich von dem Bett der Fussdrehbank nur durch die Grösse, weil die Leitspindel- oder Zahnstangendrehbänke gewöhnlich für grössere Arbeiten bestimmt sind. — Daher sind diese Drehbänke auch namentlich für Elementarkraftbetrieb eingerichtet, wenn zwar auch für viele Arbeiten des Handdrehers, z. B. zum Schraubenschneiden, eine Leitspindel oft unentbehrlich und demnach ein Bestandtheil der Handdrehbank ist.

Eine komplete Handdrehbank [1]) ist in den zwei Figuren 338 u. 339 in zwei Ansichten dargestellt. Das gekröpfte gusseiserne Bett B ruht auf den beiden Böcken G G, welche oben durch das Bett, unten durch die Stange z gehörig festgestellt werden. Die Spindel a ist in den beiden vereinigten gusseisernen Docken v und h gelagert und gegen eine Schraube s gestützt, welche durch einen Ansatz d geht, der mit den Docken aus einem Stück gegossen ist. Dieser Spindelstock ist auf die S. 330 angegegebene Art mit den Wangen B fest verbunden. Die Spindel besitzt

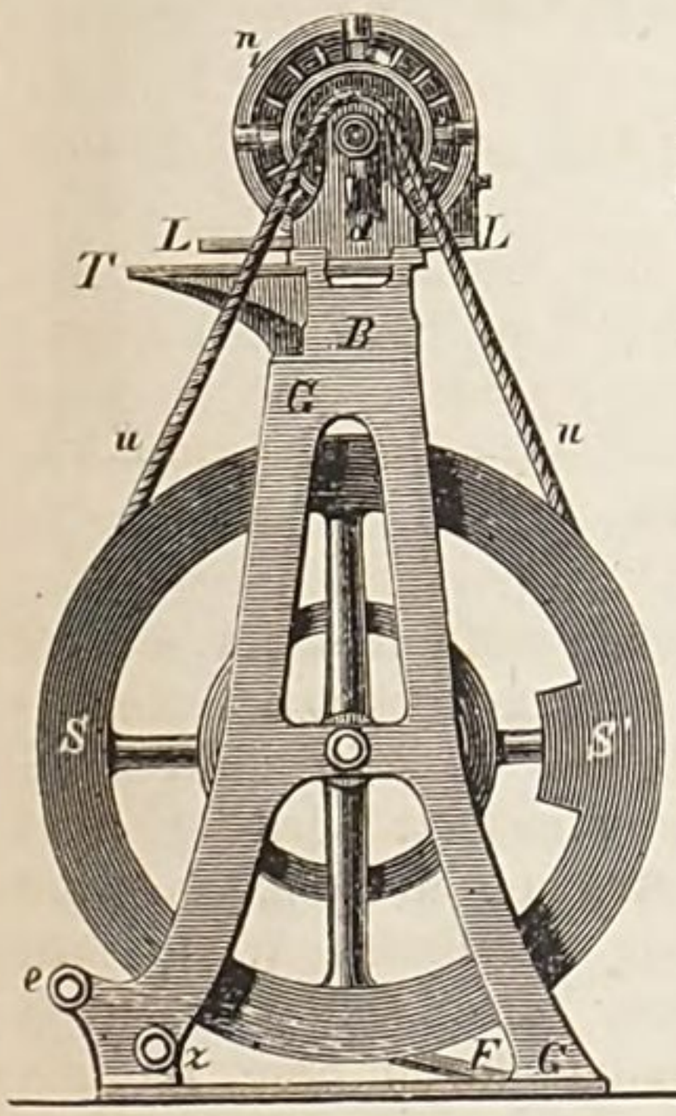


Fig. 338.

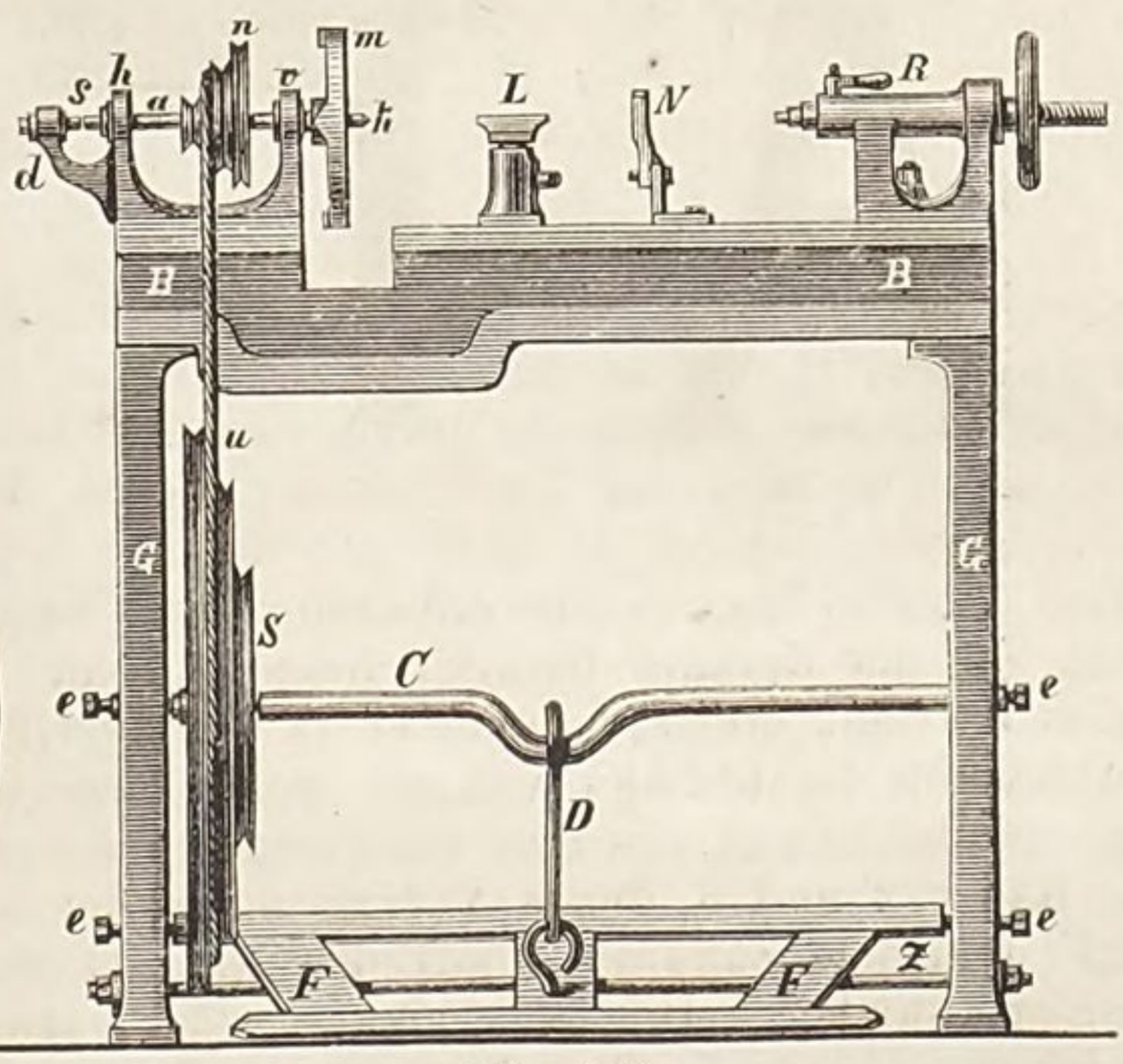


Fig. 339.

bei n einen vierläufigen Wirtel zur Aufnahme der Schnur u u als Transmissionsorgan, welche von der Schnurscheibe S aus die Bewegung erhält. Diese Schnurscheibe sitzt auf der gekröpften Welle C fest, die durch die Zugstange D von dem Fusstritt F aus in Drehung versetzt wird. Sowohl die Welle C als die Drehachse des Fusstritts wird von Spitzen getragen, welche an den Schrauben e e e e sitzen, die durch das Gestell geschraubt werden, wodurch die Bewegung leicht wird. Zur Ausgleichung der Be-

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1866. S. 149. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1869. S. 120. — Polyt. Centr., 1865. S. 134; 1873. S. 171.

wegung, die ja nur beim Niedertreten, also einseitig eingeleitet wird, erhält die Schnurscheibe, ausser einer verhältnissmässigen Masse, bei S_1 noch eine besondere Verdickung. Die Spindel hat bei k den Kopf, in welchen eine Spitze eingesteckt und auf den das Scheibenfutter m aufgeschraubt ist. Der Reitstock R hat die bereits S. 331 beschriebene Einrichtung und Befestigung. Zwischen dem Spindelstock und dem Reitsstock befindet sich noch die verschiebbare Auflage L und die Lünette N. Endlich sind auf der Rückseite bei T noch zwei Konsolen angeschraubt, welche eine Holzplatte zur Aufbewahrung des Werkzeugs u. s. w. tragen.

Eine für Riemenbetrieb eingerichtete Leitspindeldrehbank ist in den Fig. 340 und 341 in zwei Ansichten vor Augen geführt. Das gekröpfte Bett wird ebenfalls von zwei Böcken getragen. Links befindet sich auf dem Bett der Spindelkasten A mit der Spindel $a\,a_1$, welche entweder direkt durch die Riemscheiben s oder indirekt durch ein Vorgelege in Umdrehung versetzt wird. Die Anordnung hierzu ist folgende: Die Riemscheiben s sitzen lose, also drehbar auf der Spindel $a\,a_1$; mit ihnen fest verbunden ist das Trieb 1. Mit der Spindel fest verbunden ist das Zahnrad 4. Das

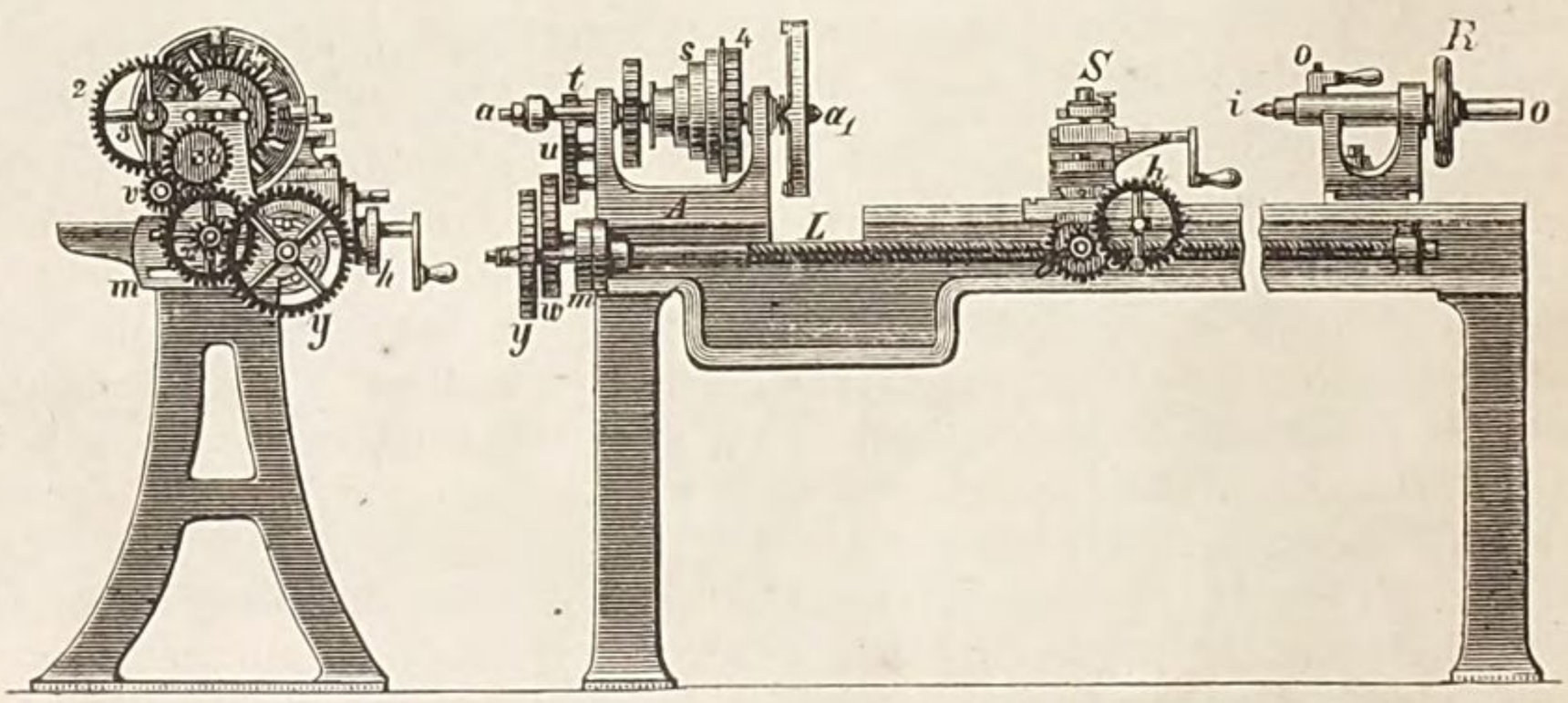


Fig. 340. Fig. 341.

Trieb 1 greift nun in ein Zahnrad 2 ein, welches auf einer kurzen Welle sitzt, die der Spindel parallel liegt und am entgegengesetzten Ende ein Trieb 3 trägt, welches nunmehr in 4 eingreift, so dass in diesem Falle die Spindel durch das Vorgelege in Bewegung gesetzt wird. Soll aber die Spindel direkt von den Riemscheiben umgetrieben werden, so werden die Räder 2 und 3 durch Verschiebung der sie tragenden Welle ausgerückt und das Zahnrad 4 mit den Riemscheiben durch eine Art Kuppelung verbunden. Die Ausrückung wird entweder durch eine Längsverschiebung der Welle 3, 4 oder durch Drehung ihrer exzentrischen Lager bewerkstelligt. Die Kuppelung des Rades 4 mit den Stufenscheiben geschieht in der einfachsten Weise durch einen Stift, der durch das Rad 4 gesteckt gegen einen Vorsprung der Scheiben s tritt, oder durch einen in dem Rade 4 radial verschiebbaren Klotz, der ebenfalls, wenn er der Peripherie zugeschoben wird, gegen einen Vorsprung drückt, der im Innern der grössten Scheibe angebracht ist. Die Verschiebung des Supports S erfolgt entweder mit der Hand, welche vermittelst eines Knopfes das Rad h und durch Transportirung die am Support sitzende Mutter dreht, wodurch sich der Support längs der Leitspindel L hinschiebt, oder selbstthätig von der Spindel $a\,a_1$ durch das auf der Spindel sitzende Trieb t, die Transporträder u, v, w, x und das Rad y, welches mit der Leitspindel L fest

verbunden ist. Die Drehung der Leitspindel in der am Support festsitzenden Mutter veranlasst sodann die Verschiebung des Supports, deren Grösse von der Steigung und Drehgeschwindigkeit der Leitspindel abhängt. Um in diesem Falle einen möglichst grossen Geschwindigkeitswechsel herbeiführen zu können, sind die Transporteurräder auszuwechseln, d. h. durch Räder von grösserem oder kleinerem Durchmesser zu ersetzen. Daher gehört zu dieser Drehbank eine grössere Anzahl von Wechselrädern,[1]) welche gleiche Theilung, aber verschiedene Durchmesser haben. Um dieselben aber trotz der verschiedenen Mittelpunkt-Entfernungen stets gehörig in Eingriff bringen zu können, ist die Achse, welche die beiden Räder w und x trägt, in dem Schlitz einer Tasche m verschiebbar und durch eine Klemmschraube feststellbar angeordnet. Die Stelltasche m selbst dreht sich um einen Hals der Leitspindel und wird durch Kreisschlitze und Durchsteckschrauben an einem Stück des Bettes gehörig befestigt. Der Reitstock R endlich erhält eine Spitze i, welche mit der Schraube o verbunden ist, die, vermittelst einer in dem drehbaren Handrädchen B sitzenden Mutter, eine entsprechende Verschiebung und durch die Klemme o eine sichere Stellung annimmt.

Es giebt in der Praxis der Dreherei eine Menge Gegenstände, die zwar wohl auf einer gewöhnlichen Drehbank hergestellt werden können, für die man aber zweckmässiger besondere Drehbänke konstruirt, welche entweder die Arbeit mehr fördern, oder das Aufbringen des Arbeitsstückes erleichtern, oder grössere Genauigkeit oder besondere Bequemlichkeiten gewähren. Es beziehen sich die dazu angebrachten Aenderungen entweder auf die ganze Drehbank-Anordnung oder auf einzelne Theile derselben. — Die wichtigsten derselben kommen besonders häufig in den Werkstätten für Fabrikation und Unterhaltung des Eisenbahnmaterials vor und sollen daher in Folgendem noch kurz behandelt werden.

Die Räderdrehbänke[2]) zum Abdrehen der auf den Tragachsen festsitzenden Eisenbahnwagenräder bezwecken die Herstellung möglichst runder Räder, deren Peripherie (Lauffläche) konzentrisch zu den Achsen liegt. Sie sind verschieden angeordnet, je nachdem die Achszapfen ausserhalb oder zwischen den Rädern liegen, aber stets so, dass eine vollständige Zentrirung möglich ist. Es sind daher sehr häufig Spitzen an der Spindel und am Reitstock vorhanden, namentlich wenn die Lagerschenkel zwischen den Rädern liegen. Die Spitzen sollten aber zur Vermeidung von Vibrirungen nicht mehr als mit höchstens 2400 bis 3000 Kg. zusammen belastet sein, wesshalb bei solchen Rädern, welche mehr Gewicht besitzen, eine Entlastungsvorrichtung[3]) anzubringen ist. Eine bewährte Entlastungsvorrichtung besteht in einem Ständer, der mitten zwischen den Drehbankspitzen steht und die Hauptlast vermittelst einer Feder aufnimmt, die zugleich eine solche Nachgiebigkeit gewährt, dass die Achse nicht von den Spitzen gedrängt wird, wenn der mittlere, gewöhnlich nicht abgedrehte Theil nicht genau zentrisch läuft. — Eine andere Entlastungsmethode ist die vermittelst der Setzstöcke. Hierunter versteht man Lagerböcke, welche zwischen den Spitzen vorübergehend mit den Wangen verbunden werden und auf dem oberen Theil Lager tragen, in welche die Achsen mit ihren Hälsen von oben eingelegt werden. Bei denjenigen Lokomotivrädern, deren Achs-Zapfen ausserhalb

---

1) Zeitschr. Deutsch. Ing., 1858. S. 162. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 6. — Polyt. Centr., 1865. S. 1651. 2) Wiebe, Skizzenb., 1873. Heft 85. Bl. 3, 4. — Heusinger v. Waldegg, Handbuch, Bd. IV. S. 242. — Publ. ind., Bd. 5. S. 392; Bd. 10. S. 359. — Polyt. Centr., 1856. S. 897; 1873. S. 1318. — Dingler's Journ., Bd. 142. S. 9; Bd. 186. S. 437; Bd. 209. S. 88 u. 407. 3) Organ, 1867. S. 152.

der Räder sitzen, wird die Konstruktion der Setzstöcke jedoch etwas komplizirt und daher gern vermieden. — Das Mitnehmen der Räder wird bei diesen Drehbänken gewöhnlich von zwei sehr grossen Planscheiben bewirkt, wovon die eine an der Spindel, die zweite am Reitstock sitzt, und welche beide eine Aussenverzahnung haben um durch Triebräder in Drehung versetzt zu werden, die ihrerseits von Riemscheiben vermittelst Vorgelegeräder die Bewegung erhalten. Dadurch, dass beide Enden der Achsen Bewegung aufnehmen, soll ein Verwinden derselben verhütet werden. — Zur Führung des Werkzeugs sind mindestens für jedes abzudrehende Rad ein sehr oft auch zwei Supports, also zusammen zwei, oder vier Supports vorhanden. —

Zum Abdrehen der Wagen- und Tenderräder, die ihre Achs-Zapfen stets ausserhalb der Räder haben, sind ebenfalls besondere Lagerdrehbänke konstruirt, bei denen die Achsen sich um ihre eigenen Zapfen drehen, indem diese in Lagern ruhen, die von festen Lagerböcken getragen werden. Die Drehung erfolgt sodann durch ein Zahnrad, welches eine hohle Welle umtreibt, die um die Mitte der Radachse liegt und durch Mitnehmer die abzudrehenden Räder fasst und herumführt. Die gehörig in zwei Lagern gelagerte, hohle Welle vertritt also die Spindel und ist zum Einbringen der Radachsen in der Achsenrichtung zerschnitten. — Statt dieser etwas komplizirten, namentlich das Aufbringen sehr erschwerenden Konstruktion hat man neuerdings mehr die Planscheibendrehbank für den in Rede stehenden Zweck dadurch brauchbar gemacht, dass man die Tragzapfen der Achsen in Lager bettet, die mit den zwei Drehbankspindeln verbunden sind (Zentrirmuffen) und demnach statt der Spitzen dienen [1]).

Eine eigenthümliche Anordnung erhält auch die Drehbank zum Abdrehen der Zapfen an den Eisenbahnwagenachsen (Achsendrehbank), welche beide gleichzeitig abgedreht werden sollen, dadurch, dass die Achse zwischen zwei Reitnägeln, (also todten Spitzen) liegt und durch eine in der Mitte der Bank liegende hohle Welle umgetrieben wird, durch die sie hindurchgesteckt und mit der sie mittels acht radial gestellter Schrauben zentrirt wird. — Zwei Supports, welche durch Leitschrauben geführt werden, veranlassen dann das gleichzeitige Abdrehen beider Zapfen (doppelte Achsendrehbank). — Bemerkt sei bei diesen Drehbänken noch, dass für das Aufbringen der schweren Arbeitsstücke besondere Hebevorrichtungen dienen [2]).

Zu den schweren Drehbänken gehören auch die Walzendrehbänke [3]) zum Abdrehen der Kaliber- und Glattwalzen für Eisenwalzwerke etc., die möglichst genau zylindrisch, also sehr sorgfältig, daher auch zwischen Spitzen abgedreht werden müssen. Um aber hierbei die Spitzen nicht übermässig zu belasten, sind auch Lagerböcke wie bei den Räderdrehbänken angebracht. Die Mitnahme der eingespannten Walzen findet durch Herzstücke von einer Planscheibe aus Statt, die um die Spindel gedreht wird und zu dem Zwecke mit einem Zahnkranz versehen ist, in den ein Trieb eingreift.

An solchen schweren Drehbänken erfolgt neuerdings der Antrieb sehr oft durch eine Schnecke, welche in ein Schneckenrad eingreift, das den Kranz der Plan- oder Mitnehmerscheibe bildet. Zugleich lässt man dann sehr zweckmässig diesen Kranz um einen zylindrischen Ring von grossem Durchmesser laufen und nicht um die dünne Spindel [4]), weil hierdurch eine grössere Solidität erreicht wird.

---

1) Heusinger v. Waldegg, Handbuch, Bd. 4. S. 244. — Dingler's Journ., Bd. 134. S. 410. 2) Heusinger v. Waldegg, Handbuch, Bd. 4. S. 249. 3) Hütte, 1861. S. 18. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1869. S. 84. — Dingler's Journ., Bd. 160. S. 252. — Polyt. Centr., 1864. S. 938. 4) Hesse, Werkzeugmasch. d. Wien. Ausst., S. 107.

Bei manchen Drehbänken steht ein Spindelkasten mit 2 Spindeln auf der Mitte der Wangen zwischen zwei Reitstöcken, so dass zwei zusammenhängende aber mit unabhängiger Drehung ausgestattete Drehbänke (Doppeldrehbänke) entstehen, welche von einem Arbeiter bedient werden können, wenn die Supportverschiebungen selbstthätig erfolgen. Namentlich eignen sich diese Drehbänke zur Anfertigung kleiner Gegenstände, z. B. Schraubenbolzen, kleiner Wellen etc.

Zur Hervorbringung von Kugelflächen (Kugeldrehen) und Wölbungen, z. B. auf den Rollenfelgen der Riemscheiben, der konkaven Ausdrehungen an Schraubenrädern u. s. w., die so gross sind, dass sie nicht durch einen abgerundeten Drehmeissel hergestellt werden können, ertheilt man dem Support eine Einrichtung, durch welche der Meissel gezwungen wird, sich um einen Punkt zu drehen, oder längs einer Kurve zu bewegen (Kurvensupport, Kugelsupport, Chariot circulaire, Ch. tournant, Ch. pivotant, *Revolving slide-rest* [1]),

Die rotirende Bewegung der Drehbankspindel wird übrigens auch in ausserordentlich häufigen Fällen zu anderen Zwecken als zum Drehen benutzt und somit die Drehbank durch die ausgedehnte Benutzbarkeit zu einem der unentbehrlichsten Hilfsmittel für den Metall- und Holzarbeiter.

So werden z. B. durch die Drehbank die Arbeitsstücke in Drehbewegung gesetzt, deren Oberflächen mit dem Rändelrad (S. 181) gerändelt werden sollen, was bei kleineren Gegenständen (gerändelte Schraubenknöpfe) aus freier Hand, bei grösseren (Kattundruckwalzen etc.) mit Hilfe des Supports und der Leitspindel (Molettiren; Rändelmaschine, Molettirmaschine) vorgenommen wird. Lässt man dabei unter Anderem das Rändelrad durch den Support so führen, dass es auf einem sich drehenden Blechzylinder die Eindrücke in Schraubenlinien hinterlässt und schneidet dann den Zylinder, ebenfalls auf der Drehbank, längs dieser Schraubenlinie auf, so erhält man einen langen verzierten Blechstreifen, der zu mancherlei Verzierungen an Klempnerarbeiten etc. Verwendung findet.

Auf dieselbe Weise wird die Drehbank gebraucht, um die Modelle mit dem aufgezogenen Blech (S. 191) zur Anfertigung der gedrückten Gegenstände in Rotation zu versetzen [Drückdrehbank, Tour presseur, T. à emboutir, T. à repousser, *Spinning-lathe* [2])].

Wird zwischen den Spitzen der Drehbank eine Welle eingespannt, auf welcher eine Kreissäge sitzt und auf die Wangen eine Unterlage geschoben, welche den Tisch einer Kreissäge vertritt, so ist die Drehbank in eine Kreissäge verwandelt. — Durch Anbringung einer Fräse am Kopf der Spindel oder einer Fräswelle zwischen den Spitzen entsteht eine Fräsmaschine oder eine Holzhobel- oder Holznuthmaschine.

Vorzüglich geeignet ist die Drehbank zum Bohren [3]); entweder indem der Bohrer mit der Spindel umläuft und das Arbeitsstück, oft mit Hilfe des Reitnagels, dagegen gedrückt wird, oder indem das Arbeitsstück sich dreht, also die Arbeitsbewegung erhält, während der Bohrer gegen das Arbeitsstück gedrückt, also mit der Schaltbewegung ausgestattet wird (in welchem letzteren Falle das Loch natürlich nur in der Achse des Arbeitsstückes liegen kann). Spannt man auf den Wangen der Drehbank genau

---

1) Berliner Verhandl., 1867. S. 197; 1872. S. 243. — Publ. ind., Bd. 7. S. 431. — Prakt. Masch.-Constr., 1870. S. 83; 1873. S. 47. — Polyt. Centr., 1860. S. 1293; 1867. S. 1319; 1868. S. 807; 1869. S. 1137. — Dingler's Journ., Bd. 185. S. 270. 2) Polyt. Centr., 1852. S. 1430; 1869, S. 632. — Dingler's Journ., Bd. 96. S. 11; Bd. 151. S. 93. 3) Wiebe, Skizzenb, 1873. Heft 86. Bl. 5. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 327. — Polyt. Centr., 1858. S. 1334. — Dingler's Journ., Bd. 150. S. 161.

zentrisch zu der Spindelachse einen Zylinder und zwischen den Drehbankspitzen eine Welle mit Bohrkopf ein, so kann die Drehbank mit bestem Erfolg eine Ausbohrmaschine ersetzen.

Als Beispiele für die fruchtbringende Verwendung der Drehbank mögen noch folgende dienen. — Zur Herstellung der Zündhölzchen wird ein runder Klotz aus Aspen- oder Pappelholz auf die Drehbank gebracht und in Rotation versetzt. Sodann werden auf der Peripherie schmale Kerben eingedreht, welche soweit von einander sitzen, als die Hölzchen lang sein sollen und darauf der Klotz mit einem langen Messer abgeschält, welches einen solchen Vorschub erhält, dass es bei jeder Umdrehung des Holzstückes um die Dicke der Hölzchen radial vorrückt. Dadurch fallen lange Blätter ab, welche nur durch eine Spaltmaschine nach Art der S. 258 angegebenen, mit selbstthätigem Vorschub weiter zerschnitten, die fertigen Hölzchen liefern. — Dieselbe Methode steht zur Anfertigung der hölzernen Schuhstifte und der langen dünnen Furnürblätter in Gebrauch. —

Dreht man eine Holzscheibe, welche rechtwinklig gegen die Fasern vom Stamm eines spaltbaren Holzes abgeschnitten wurde, zu einem Ringe von beliebigem Querschnitte ab und spaltet sodann diesen Ring radial in viele Stücke, so erhält man ebensoviel kongruente Holzklötzchen von der Gestalt des Querschnitts. Auf diese Weise werden die in den Kinderspielzeugen vorkommenden Thiere etc., sodann mitunter auch runde Scheiben u. s. w., zur Vollendung durch das Schnitzmesser etc. vorbereitet. — Erwähnt mag noch werden, dass auf Holzdrechselwaare Ringe von verschiedenem Aussehen durch Anhalten abfärbender Stifte hergestellt werden. Zinn giebt auf solche Weise einen weissen Metallstreifen, die Kurkumawurzel einen gelben, Rothholz einen rothen und ein hartes Stück Eichenholz einen braunschwarzen Streifen, der von einer oberflächigen Verkohlung herrührt. —

b. Drehbank mit todten Spitzen. Wenn es sich um die Herstellung möglichst genauer Rotationskörper handelt, z. B. bei der Anfertigung der Zapfen an geodätischen und physikalischen Instrumenten, genauer Zylinder zur Bestimmung von spezifischen oder absoluten Gewichten u. s. w., so ist, wie bereits S. 325 erwähnt wurde, das Drehen zwischen todten Spitzen unerlässlich. Eine gewöhnliche Drehbank kann sehr leicht in eine Drehbank mit todten Spitzen verwandelt werden, wenn man die Spindel durch eine Druckschraube fest klemmt und auf dem Kopf derselben eine umlaufende Scheibe anbringt, welche das Arbeitsstück durch einen Führer mitnimmt, oder indem man eine besondere Docke (Zentrirstock) auf die Wangen setzt, welche nur eine feste Spitze und eine um den Schaft dieser Spitze sich drehende Mitnehmerscheibe besitzt. Sollen besondere Spitzendrehbänke vorhanden sein, so wird die letzte Anordnung ihrer Konstruktion zu Grunde gelegt. — Die S. 342 beschriebenen Achsen- und Räderdrehbänke gehören jedoch auch schon zu denjenigen mit todten Spitzen.

Die Holzdrechsler gebrauchen mitunter noch unter dem Namen Wippe, (Tour à perche, *Pole lathe*) eine Drehbank mit todten Spitzen, die nur aus zwei Spitzdocken, Wangen und Auflage besteht. Das Holz wird dann zwischen diesen Spitzen eingespannt und durch eine umgelegte Schnur (wie die Bohrer S. 307 durch den Bohrbogen) in alternirende Bewegung gesetzt. Die vertikal gespannte Sehnur ist zu diesem Behufe mit dem oberen Ende an einer federnden, unter der Decke sitzenden Holzstange (Wippe, Perche, *Pole*) befestigt und mit dem unteren Ende an einem Fusstritt, der vom Arbeiter getreten wird. Künstlichere Einrichtungen [1]) dieser Wippe, deren Hauptwerth die grosse Einfachheit ist, sind nicht in Aufnahme gekommen. —

1) Publ. ind., Bd. 4. S. 89.

Ein sehr wichtiger Faktor für die gute Wirkung der Drehbank ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Arbeitsstück umläuft und mit welcher der Meissel verschoben wird, und die natürlich, um eine schnelle Wirkung hervorzubringen, so gross als möglich gemacht werden soll, wesshalb es auf die Bestimmung der äusseren Geschwindigkeitsgrenzen ankommt, um den grössten Effekt zu ermitteln. — Ist d der Durchmesser des Arbeitsstückes an der Stelle, wo der Meissel angreift, so ist die Geschwindigkeit v eines Punktes pro Sekunde an dieser Stelle, bei n Umdrehungen pro Minute,

$$v = \frac{d\,\pi\,.\,n}{60}$$

also dem Durchmesser und der Umdrehzahl proportional. Es bestimmt sich daher für ein gegebenes d und v die Umdrehzahl

$$n = \frac{v\,.\,60}{d\,\pi}.$$

Hieraus folgt zunächst die Nothwendigkeit der Stufenscheiben zur Erzielung verschiedener Umdrehzahlen bei verschiedenen Durchmessern des Arbeitsstückes.

Die absolute Umlaufgeschwindigkeit v richtet sich namentlich nach dem Material, indem hartes Material (Eisen, Bronze etc.) eine geringere Geschwindigkeit zulässt als weiches (Zinn, Holz etc.); dann aber auch nach der Beschaffenheit (Schneide, Härte) des Werkzeugs, nach der Lage seines Angriffspunktes (Anstellung); nach der Dicke und Breite des Spanes; nach der Bauart der Maschine insofern, ob diese ein Erschüttern oder Zittern begünstigt oder verhindert. Bei grosser Geschwindigkeit oder falscher Anstellung des Werkzeugs entsteht leicht das sogenannte Schnarren, welches von einem Zittern des Stahles herrührt, sich an dem Arbeitsstück durch eine rauhe, aufgerissene Oberfläche kundgiebt, und sowohl die Genauigkeit als das gute Ansehen beeinträchtigt. —

Die Erfahrungen der Praxis geben nun für die beste Wirkung folgende mittlere Umlaufgeschwindigkeiten an:

für	weisses Gusseisen (Hartguss)	10	bis	20	mm.	per Sekunde
«	Stahl	40	«	50	«	«
«	graues Gusseisen	70	«	80	«	«
«	Schmiedeisen	100	«	110	«	«
«	Messing und Bronze	150	«	200	«	«
«	hartes Holz	200	«	350	«	«
«	weiches Holz	500	«	750	«	«

Die hierzu gehörenden Schaltbewegungen betragen durchschnittlich für Metall pro Umdrehung 0,25 bis 0,50 mm., steigen aber bei mittleren Drehbänken auf 1,0, ja selbst auf 2,0 mm; so ist z. B. beim Walzenabdrehen 0,3 bis 1,3 mm. üblich. — Die Schaltung für Holzdrehbänke ist durchschnittlich 1 bis 1,25 mm.

In manchen Fällen und unter besonderen Umständen weichen die Geschwindigkeiten von den angegebenen bedeutend ab. So ist beim Abdrehen solcher Gegenstände, die äusserst genau ausfallen sollen und bei welchen daher das Werkzeug oft aus einem Diamantsplitter besteht, die Geschwindigkeit sehr gering, z. B. auf Bronze oder Messing nur 10 bis 15 mm., während andererseits für die Massenherstellung mancher Holzfabrikate die Drehbänke durch Wasserräder getrieben wohl 1000 bis 2000 Umdrehungen per Minute machen, was bei einem Arbeitsstück von 0,4 m. Durchmesser einer Geschwindigkeit von etwa 2 bis 4 m. entspricht.

Zur Beurtheilung der Uebersetzungsverhältnisse mag noch die Angabe dienen, dass ein Arbeiter etwa 60 mal in der Minute zutreten kann, und dass das Deckenvorgelege für kleine Bänke etwa 80 bis 110, für grosse etwa 30 bis 60, und für die Plandrehbänke 20 bis 40 Touren pro Minute macht.

Soll hiernach z. B. ein hart gelaufenes Eisenbahnwagenrad von 1,0 m. Durchmesser mit einer Arbeitsgeschwindigeit von 25 mm. pro Sekunde abgedreht werden, so muss die Spindel etwa 0,5 Umdrehungen in der Minute machen. Die kleinste Scheibe an der Decke habe (nach S. 330) 400 mm. Durchmesser, die grösste an der Spindel 800 mm. Durchmesser. Es macht also die Spindel bei 20 Umdrehungen des Deckenvorgeleges 10 Umdrehungen. Demnach muss in diesem Fall durch ein Rädervorgelege an der Drehbank die Bewegung auf die Spindel übertragen werden, das noch eine Uebersetzung von $^1/_{20}$ veranlasst. —

Die Bewegung des Meissels durch den Handsupport, welche eine im Support liegende, von einer kleinen Kurbel gedrehte Schraube hervorbringt, wird gewöhnlich durch das Gefühl des Arbeiters regulirt. Diese Schraube hat durchschnittlich 15 bis 20 mm. Durchmesser und ein flaches Gewinde mit ungefähr 3 bis 4 mm. Steigung, wonach sich der Grad der Umdrehung bemessen lässt. — Bei Leitspindeldrehbänken haben die Supportschrauben 25 bis 35 mm. Durchmesser und ein flaches Gewinde von 4,25 bis 5,15 mm. Steigung. — Die Leitspindel für die Verschiebung des Supports bekommt, je nach der Grösse der Drehbank, verschiedene Durchmesser und desshalb auch verschiedene Gewindhöhen oder Steigungen. Bei kleinen Drehbänken kann man etwa 6, bei mittleren 12 bis 16, bei grossen 17 bis 25 mm. Steigung annehmen, weil diese Masse den Dicken der Leitspindeln entsprechen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die Leitspindeln mit 25 mm. Steigung abwärts bis 18 mm. sehr gewöhnlich ein doppeltes Gewinde erhalten. Bezeichnet man mit h die Ganghöhe der Schraube, mit s den Vorschub und mit u_1 die Schraubenumdrehungen für eine Umdrehung des Arbeitsstückes, so ist

$$u_1 = \frac{s}{h}$$

wonach sich die Uebersetzung von der Drehbankspindel aus bestimmt. Bei den Leitspindel-Drehbänken ist, weil verschiedene Geschwindigkeiten kombinirt werden müssen, daher stets eine gehörige Anzahl Wechselräder nothwendig, namentlich dann, wenn die Drehbank zugleich zum Schraubenschneiden dienen soll. —

Der Arbeitsverbrauch N der Drehbank setzt sich, wie bei den Werkzeugmaschinen überhaupt, zusammen aus der Leergangsarbeit N_1 und der Arbeit beim Arbeitsgange N_2:

$$N = N_1 + N_2.$$

Nach den Untersuchungen Hartig's bedarf die Bestimmung der Arbeit N_1 für Metalldrehbänke nicht nur der Angabe der Geschwindigkeit, d. h. der Spindelumdrehzahl, sondern auch der Berücksichtigung der Radübersetzungen zwischen Antriebwelle und Spindel. Ist n die Zahl der Spindelumdrehungen pro Minute, so ist nach folgenden Formeln die Leergangsarbeit in Pferdestärken zu berechnen

Zahl der Radübersetzungen zwischen Antriebswelle und Spindel	N_1 bei leichter,	mittlerer,	schwerer Ausführung.
0	0,05 + 0,0005 n	0,10 + 0,0023 n	0,25 + 0,0041 n
2	0,05 + 0,0012 n	0,10 + 0,015 n	0,25 + 0,053 n
3—4	0,05 + 0,05 n	0,13 + 0,11 n	0,25 + 0,18 n

Es ist die Arbeit

$$N_2 = a \mathfrak{S},$$

wenn a die Arbeit in Pferdestärken für 1 Kg. stündlich abgedrehtes Material und $\mathfrak{S}$ das Gewicht der stündlich erhaltenen Späne bedeutet.

Es ist sodann näher

$a = 0{,}069$ für Gusseisen
$a = 0{,}072$ « Schmiedeisen
$a = 0{,}104$ « Stahl.

Drehstuhl. (Tour d'horloger, Tour à l'archet, *Tum-Bench*, *Turn.*) [1]) Da die Grösse der Drehbänke immer in einem gewissen Verhältnisse zu der Grösse der Arbeitsstücke stehen muss, so nimmt dieselbe für Metallarbeiten so weit ab, dass die Bettlänge nur noch 150 bis 500 mm. und die Spitzenhöhe 20 bis 30 mm. beträgt. In diesem kleinen Masstabe ausgeführte Drehbänke, welche dann Drehstühle genannt werden, lassen manche Konstruktionsvereinfachungen zu. Zunächst gehören sie ausschliesslich der Gattung der Prismendrehbänke an, indem die Wangen aus einem viereckigen eisernen, verstählten oder stählernen Stabe von 10 mm. Dicke und 25 mm. Höhe gebildet werden, auf welchem sich die Docken befinden. Ferner ist ein Gestell selten vorhanden, weil das Prisma in der Regel in einen Schraubstock eingespannt oder vermittelst kleiner Füsse auf dem Werktisch befestigt wird.

Die auf dem Drehstuhle anzufertigenden Arbeiten erheischen gewöhnlich eine grosse Genauigkeit, wesshalb die grösste Zahl der Drehstühle mit todten Spitzen a, b ausgerüstet ist (Spitzendrehstühle) und wesshalb Drehstühle mit bewegter Spindel (Dockendrehstühle) seltener sind. — Bei den Spitzendrehstühlen, Fig. 342, befinden sich daher auf dem Prisma C zwei Docken A und B, wovon die eine B am äussersten Ende feststeht und die zweite A auf dem Prisma verschiebbar ist. Durch den oberen Theil jeder Docke ist, parallel zum Prisma, ein Stift geschoben, der zur Aufnahme des Arbeitsstückes an einem Ende eine Spitze a b, am anderen ein Grübchen trägt (Stiftendrehstuhl) und durch eine Klemmschraube f g festgestellt werden kann. — Mit seltenen Ausnahmen ist die Drehbewegung des Arbeitsstückes, wie bei der Wippe, eine abwechselnde und wird hervorgebracht durch einen Drehbogen (S. 000), welcher über eine Rolle (Drehrolle, Cuivrot, *Ferrule*, *Ferril*, *Verril*) geht, die auf das Arbeitsstück geschoben wird. Statt einer einfachen runden Rolle, die mit einem zentrischen Loch versehen ist, gebraucht man oft Rollen, welche durch die Achse in zwei Hälften geschnitten sind, und durch Schrauben verbunden werden (Schraubrollen, Cuivrot à vis, *Screw-ferrule*). Diese Rollen können für Arbeitsstücke von verschiedenem Durchmesser gebraucht werden. Sind die Arbeitsstücke scheibenförmig oder hohl, so werden andere Befestigungsvorrichtungen angewendet. Massive Scheiben werden auf eine kleine Kittscheibe aufgekittet, welche auf einer kegelförmigen Achse sitzt, deren Spitze in das Grübchen des Stiftes tritt. Der zweite Stift wird dann gegen die Mitte der abzudrehenden Scheibe gestützt. Auf der kegelförmigen Achse befindet sich die Schnurrolle. — Haben die Scheiben in der Mitte eine Oeffnung, so schiebt man sie auf einen konischen Stift (Drehstift. Arbre, *Arbor*), der zwischen die Spitzen gebracht und durch eine darauf sitzende Rolle mittelst des Drehbogens

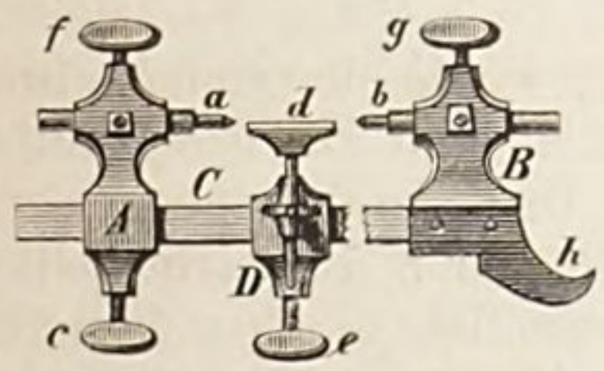


Fig. 342.

1) Polyt. Centr., 1859. S. 693. — Dingler's Journ., Bd. 151. S. 172.

gedreht wird. Zum besseren Festhalten des Arbeitsstückes schraubt man wohl dasselbe auf ein Gewinde, das sich auf diesem Drehstift befindet, und um das Losgehen zu verhindern linksgängig sein muss (Licker Drehstift, Arbre à vis, *Screw arbor*). Eine Scheibe neben dieser Schraube dient dann theils zur Stütze des Arbeitsstückes, theils zur Verhütung des Verschiebens. Besser ist hier die Anwendung des linken Drehstifts mit Mutter, auf dem das Arbeitsstück durch eine Mutter gegen eine kleine Scheibe gedrückt und festgehalten wird.

Der Dockendrehstuhl stimmt in der Konstruktion mit einer Prismendrehbank, — nur dass derselben das Gestell fehlt, und dass die Spindeldocke rechts zur Seite des Arbeiters sitzt, — und in der Betriebweise mit dem Stiftendrehstuhl überein, indem die Spindelbewegung durch Rolle und Bogen bewirkt wird. Mitunter wird die Spindel übrigens durch eine kleine Handkurbel mit Zahnradübersetzung oder auch durch Trittrad mit Schnur in Bewegung gesetzt.

Als Drehwerkzeug werden am Drehstuhl ausschliesslich Grabstichel verwendet, die auf eine Auflage D mit Krücke d gelegt, die auf der Stange C verschiebbar angeordnet und durch eine Klemmschraube e festzustellen ist, selten in einen kleinen Support gesteckt werden.

Passigdrehen. Besonders in der Holzverarbeitung kommt die Anfertigung ovaler (elliptischer) und unrunder Formen oft vor (Bilderrahmen, Gewehrschäfte, Schuhleisten etc.). Zur Erzeugung solcher Formen auf der Drehbank kann man zwei verschiedene Wege einschlagen, da es ja darauf ankommt, ausser der rotirenden Bewegung noch eine radiale Verschiebung des Angriffspunkts der Meisselschneide, also eine schwingende Bewegung zu veranlassen. Entweder giebt man dem Meissel nur eine Bewegung parallel zur Spindel-Achse, und dem Arbeitsstück die drehende und schwingende Bewegung, oder der Meissel bekommt die schwingende und das Arbeitsstück eine gewöhnliche Drehbewegung.

Der erste Weg wird gewöhnlich eingeschlagen, wenn die Querschnitte des Arbeitsstückes elliptisch oder ellipsenähnlich sind, und zu dem Behufe das sogenannte Ovalwerk, (Ovale, Machine à ovale, *Oval shuck*) angewendet. Dasselbe beruht entweder auf demselben Prinzip wie der S. 73 dargestellte Ellipsenzirkel, indem es nur eine Umdrehung desselben ist, oder es besteht aus einer Einspannvorrichtung von folgender Einrichtung.

An der vorderen Fläche der Vorderdocke liegt ein kreisrunder eiserner Ring und zwar in horizontaler Richtung verstellbar und mittelst zweier Schrauben zu befestigen. Die durch diesen Ring hindurchtretende Drehbankspindel trägt am Kopfe, auf gewöhnliche Weise damit verbunden, eine Planscheibe. Auf der Vorderfläche dieser Planscheibe ist in der Richtung eines Durchmessers eine schwalbenschwanzförmige Nuth eingearbeitet, in welcher ein ebenso geformter schmaler Schieber liegt, der in der Mitte eine Vorrichtung zur Aufnahme des Arbeitsstückes besitzt. Dieser Schieber hat ferner auf der Rückseite zwei Vorsprünge, welche durch lange Löcher der Planscheibe treten und den an der Docke befindlichen Ring an zwei gegenüberliegenden Punkten berühren, und demnach bei der Drehung der Spindel um diesen Ring herumgeführt werden. Ist besagter Ring nun konzentrisch zur Spindelachse befestigt, so bewegt sich der Schieber mit dem Arbeitsstück nur im Kreise; wird der Ring aber seitwärts verschoben, so erhält der Schieber, also auch das Arbeitsstück, nebst der Drehung noch eine oszillirende Bewegung in der Horizontalebene. Indem es nun bei einer

1) Reuleaux, Theoretische Kinematik, Braunschweig 1875. S. 316 u. 336. — Hütte, 1866. Taf. 10. — Prakt. Masch.-Constr., 1870. S. 58. — Dingler's Journ., Bd. 184. S. 119; Bd. 187. S. 458.

Drehung zweimal um die Exzentrizität seitwärts bewegt wird, schneidet der feststehende Stahl an der Oberfläche die Späne so weg, dass der Querschnitt des Arbeitsstückes eine Ellipse wird.

Sind die Querschnittsformen dahingegen unregelmässig, wie z. B. an Schuhleisten, Gewehrschäften, Stuhlbeinen, Hammerstielen, Radspeichen, so verwendet man zur Herstellung derselben das sog. Kopir- oder Schablonensystem, das in verschiedenen Modifikationen zur Ausführung gebracht wird [1]). Fast immer besteht die Maschine selbst (Kopirdrehbank, Tour parallèle à touche, *Excentric lathe*, *Blanchard-lathe*) aus einer Kombination der Drehbank mit der Fräsmaschine, insofern als das Arbeitsstück mit einer Drehbankspindel verbunden und das Werkzeug wie eine Fräse in Drehung versetzt wird und ausserdem eine Beweglichkeit erhält, welche in jedem Augenblick eine Annäherung oder Entfernung von der Drehachse des Arbeitsstückes gestattet. Zur Erzeugung und Regulirung dieser letzten Bewegung dient ein Modell, welches genau die Gestalt des anzufertigenden unrunden Gegenstandes hat und mit diesem in Drehung versetzt wird. Gegen dieses Modell lehnt sich nun mit einem Ende ein Rahmen, der die Fräse am anderen Ende trägt und daher der Oberfläche des Modells folgend, die Fräse stets in einer Entfernung von der Drehachse hält, welche dem jedesmaligen Querschnitt des Modells genau entspricht. — Bei der einfachsten Ausführung dieses Prinzips liegen Arbeitsstück und Modell in einer Drehachse, und der genannte Rahmen erhält eine Längs- und Querverschiebung. — Gewöhnlich aber ist die Maschine so eingerichtet, dass von einem Modell aus gleichzeitig eine grössere Anzahl Kopien genommen werden. Dann befindet sich auf einem schweren Untergestell ein langer Schlitten, der durch eine Leitspindel oder eine Zahnstange in der Längenrichtung des Bettes verschoben wird. Auf diesem Schlitten liegen an dem einen Ende soviel Spindeln und an dem anderen Ende soviel Spitzen, als Gegenstände (4 bis 6) gleichzeitig angefertigt werden sollen. Die roh zugearbeiteten Holzstücke werden sodann zwischen diesen Spindeln und Spitzen eingespannt. Indem nun die Spindeln mit Zahnrädern unter einander in Verbindung gesetzt werden, drehen sie sich sämmtlich von einem Triebrade aus. Die Holzstücke erhalten daher mit dem Rahmen eine hin- und hergehende und ausserdem eine drehende Bewegung. Quer über den Holzstücken schwebt nun eine Welle, welche soviel sich drehende Fräskopfe enthält, als Arbeitsstücke vorhanden sind, so dass auf jedes der letzteren eine Fräse einwirkt. Diese Messerwelle nun wird von zwei schnabelförmigen Theilen getragen, welche an einer horizontalen, der Welle parallelen Stange sitzen und sich mit dieser scharnierartig drehen. An einem dieser schnabelförmigen Stücke sitzt ferner eine Rolle, die auf dem Modell liegt, so dass der ganze Fräsapparat von diesem Modell getragen wird. Indem dann endlich das Modell wie jedes eingespannte Arbeitsstück von einer der genannten Spindeln in Bewegung gesetzt wird, hebt und senkt sich die Fräswelle genau nach dem Querschnitt des Modells und arbeitet sämmtliche Stücke so ab, dass sie unter sich und dem Modell genau gleich werden. Eine andere mit festem Stahl ausgestattete und wegen ihrer Einfachheit und allgemeiner Verwendung sehr empfehlenswerthe Anordnung einer Passigdrehbank ist folgende [2]): Der Spindelstock enthält eine hohle

---

1) Hütte, 1868. Taf. 6. — Wiebe, Skizzenb., 1870. Heft 68. Bl. 2. — Publ. ind., Bd. 7. S. 113; Bd. 14. S. 36. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 159. — Exner, Bericht, S. 32. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1862. S. 97. — Polyt. Centr., 1860. S. 344; 1869. S. 633. — Dingler's Journ., Bd. 131. S. 1; Bd. 191. S. 4; Bd. 193. S. 276.
2) Dingler's Journ., Bd. 219. S. 394.

Spindel zum Mitnehmen des Arbeitsstückes; in dieser hohlen Spindel liegt eine massive, zur Befestigung des Arbeitsstückes und zur Bewegung desselben rechtwinklig zur Drehachse. Zu dem Zwecke sitzt am vorderen Ende der inneren Spindel eine kreisrunde, exzentrisch gegen die Achse verstellbare Scheibe, auf welcher eine Planscheibe, die das Arbeitsstück trägt, drehbar um diese Scheibe ruht, und welche von der äusseren Spindel mitgenommen wird. Indem nun die beiden Spindeln verschiedene Geschwindigkeit erhalten, muss bei der exzentrischen Lage des Arbeitsstückes dasselbe während einer Umdrehung mehrere Male dem Drehstahle genähert und von demselben entfernt werden und zwar um eine Grösse, welche von der Exzentrizität der genannten runden Scheibe abhängt. Ist z. B. die Zahl der Umdrehungen der äusseren Spindel zu derjenigen der inneren 1:2, so entstehen ellipsenförmige Körper; bei dem Verhältniss 1:3 entstehen Bogen-Dreiecke; 1:4 Bogen-Vierecke u. s. w.

K. Feilen und Raspeln [1]).

Es giebt in der Verarbeitung der Metalle und des Holzes keine Arbeit, die sich so häufig wiederholt, als die Abnahme dünner Schichten von der Oberfläche, weil dies erforderlich ist, um die genauesten Dimensionen und vollendete Formen hervorzubringen (zum Einpassen, Aufpassen, zur Erzeugung grösserer Berührungsflächen, zum Abgleichen etc.), und um eine grosse Glätte zu erreichen (bei Gusstücken durch Entfernung der Gussnähte, bei Schmiedestücken etc. durch Vernichtung der zurückgebliebenen Eindrücke der Hammers etc.). — Wenn zwar vermittelst der Meissel, Stichel, Hobel, Fräsen und der diese Werkzeuge vertretenden Maschinen in sehr vielen Fällen diese Arbeit genügend sicher, genau und schnell ausgeführt werden kann, so kommen doch andererseits sehr oft Fälle vor, wo die genannten Werkzeuge und Maschinen entweder zu unhandlich sind (Meissel, Hobel, Hobelmaschine, Fräsmaschine) oder zu langsam arbeiten (Stichel) oder nicht angebracht werden können (bei den Arbeiten des Goldarbeiters, Uhrmachers, den Anbringungsarbeiten des Schlossers, des Tischlers, bei Reparatur- und Montirarbeiten des Maschinenbauers u. s. w.), und wo also ein besonders handliches und zu diesen Arbeiten geeignetes Werkzeug unentbehrlich wird. —

Auf S. 261 ist die Säge aus dem Meissel hergeleitet und als eine Multiplikation desselben aufgefasst, welche vorzüglich brauchbar ist, tiefe aber schmale Einschnitte zu machen.

Durch Zusammenlegen einer Anzahl solcher Sägen zunächst in der Weise, dass die Zahnspitzen in eine Ebene fallen, erhält man eine, mit einer sehr grossen Anzahl kleiner Meissel besetzte Fläche, also offenbar eine Potenzirung des Meissels, die nunmehr besonders befähigt ist, durch Abheben kleiner Späne, also dünner Schichten, die eben erwähnte Bearbeitung schnell und sicher zu bewerkstelligen, wenn die zu bearbeitende Oberfläche eben oder konvex krumm ist. Da man sich aber offenbar die dünnen Sägeblätter auch so neben einander gelegt denken kann, dass die Zahnspitzenreihen eine konvexe Zylinderfläche umschliessen, oder von einer konkaven Zylinderfläche umschlossen werden, oder dass sie unter beliebigem Winkel zusammenstossende Flächen (dreiseitiges Prisma) bilden u. s. w., so ist ersichtlich, dass ein auf solche Weise entstanden gedachtes Werkzeug einer ausserordentlichen Mannigfaltigkeit in der Gestalt fähig und durch die verschiedene Grösse, sowie desshalb zu einer sehr weitgehenden Verwendung in obengenanntem Sinne berufen ist, weil dasselbe durch seine

1) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. I. S. 345. und 704.

Handlichkeit überall leicht hingebracht werden kann, da es ferner in sich selbst steif genug wird, um eine Spannvorrichtung entbehren zu können. — So ist denn in der That diese Potenzirung des Meissels, d. h. das Werkzeug, dessen Oberfläche mit einer sehr grossen Zahl kleiner Meissel besetzt ist, und Feile (Lime, *File*) genannt wird, das unentbehrlichste Werkzeug des Metallarbeiters, und in besonderer Konstruktion als Raspel (Râpe à bois, *Rasp*) ein oft gebrauchtes des Holzarbeiters.

1. **Feilen.** Die Bedingungen, welche erfüllt sein müssen, damit eine Säge am vortheilhaftesten arbeitet, sind bereits S. 261 ausführlich entwickelt. Dieselben Bedingungen gelten im Allgemeinen für die Wirkung der Feile: die Zähne müssen gehörig schneidend und auf den Angriff gestellt sein, und die Zahnlücken nicht nur während der Bewegung der Feile die abgenommenen Späne (Feilspäne, Feilicht, Limaille, *Filings*) beherbergen können, sondern auch, wenn sie frei werden, d. h. ausser Berührung mit dem Arbeitsstücke kommen, sich derselben sofort entledigen. Hierbei ist nun zu berücksichtigen, dass sich feinere Späne wegen ihres geringen Gewichtes leichter durch Adhäsion festsetzen als grobe, schwerere Späne, und dass die Späne der harten Metalle (Stahl, Eisen) leichter aus den Zahnlücken herausfallen als die der weichen Metalle (Kupfer, Blei, Zinn) und des Holzes, weil diese sich wegen ihrer grossen Geschmeidigkeit besonders leicht festsetzen (die Feile verstopfen, *Pinning*). Es folgt hieraus, dass die Zahnlücken an den Feilen zum Gebrauch auf weichem Metall und Holz grösser sein müssen, als es an Feilen auf hartem Metall erforderlich ist. — Der rascheren Arbeit wegen soll aber andererseits die Anzahl der gleichzeitig angreifenden Zähne möglichst gross, also die Theilung möglichst klein sein; ebenso trägt bei Abnahme sehr breiter Späne nach S. 213 eine Trennung der Späne in der Längenrichtung wesentlich zur Erleichterung der Arbeit auf hartem Metall bei. Daher können die Feilen zum Gebrauch auf weichem Material Zähne besitzen, welche nicht nur gröber sind, sondern auch ununterbrochen über die Fläche der Feile hinlaufen, d. h. sehr breit sind, während bei Feilen auf hartem Material im Allgemeinen eine feinere Verzahnung und eine Theilung der Zähne in der Angriffslinie des Werkzeugs erwünscht ist. Hiernach theilen sich die Feilen bezüglich der Beschaffenheit ihrer Meissel oder Zähne in zwei Kategorien.

Die Feile wird in Wirklichkeit jedoch nicht dadurch erzeugt, dass man Sägen aneinander legt, sondern mit wenig Ausnahmen so, dass man ein Stahlstück von bestimmter Form an der Oberfläche durch wiederholtes Einschlagen eines Meissels (Feilenhauen) mit Einschnitten versieht, die in ihrer Gesammtheit den Hieb (Taille, *Cut*) bilden. Laufen sodann die Zähne ununterbrochen über die Feilenfläche, so gehört die Feile der ersten Kategorie an und heisst einhiebig (*Single-cut*), weil nur ein System von Hieben vorhanden ist. — Sollen dahingegen die einzelnen breiten Zähne in mehrere schmale verwandelt werden, so theilt man dieselben dadurch, dass man mit einem zweiten Meissel quer gegen das erste System ein zweites anbringt, weshalb diese Feilen zweihiebige (*Double-cut*) genannt werden.

Die Lage der Hiebe ist selten, und dann auch nur bei einhiebigen Feilen rechtwinklig, eventuell parallel gegen die Achse des Werkzeugs, sondern gewöhnlich gegen dieselbe geneigt, weil durch diese Lage nicht nur die Kraft des Arbeiters besser ausgenützt, sondern auch der Vortheil des reduzirten Winkels (S. 313) und eine grössere Sicherheit in der Führung der Feile erreicht wird. Bedeutet xx (Fig. 340) die Achse der Feile, so liegt der Hieb gg um den Winkel α und der Hieb kk um den Winkel β gegen die Achse geneigt. Beide Winkel sind dann zwar nicht nur an und

für sich, sondern auch untereinander verschieden und zwar ist $\beta < \alpha$; durchschnittlich ist $\beta = 52$ und $\alpha = 70^0$. Durch diese Winkelverschiedenheit wird zunächst erreicht, dass die Zähne nicht in einer Linie stehen,

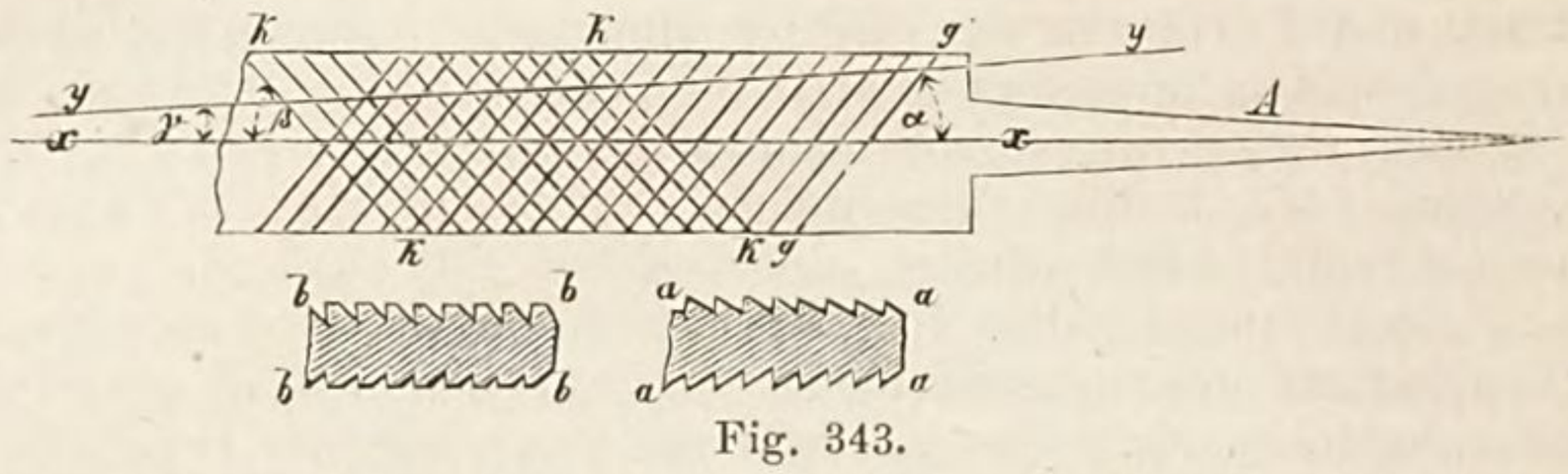


Fig. 343.

die der Feilenachse parallel liegt, sondern in einer Linie y y, welche gegen die Achse eine Steigung γ hat, was den Vortheil eines besseren Angriffs gewährt. — Bei der Anfertigung der Feilen wird nun zuerst der mit g g bezeichnete Hieb eingehauen, der gewissermassen durch die Bildung der Schneiden a a a den Grund zur Feile legt (Grundhieb, Unterhieb, Première taille, *First course*), so dass einhiebige Feilen nur einen Grundhieb besitzen. Die in Folge des Grundhiebes aufgeworfenen Schneiden a a a mit ihren scharfen Kanten würden jedoch, beim Aufbringen des Hiebes k k, der den Grundhieb kreuzt (Kreuzhieb, Oberhieb, Seconde taille, *Second course*) sich leicht in die Lücken niederlegen und somit wieder verschwinden. Um dies zu vermeiden, werden daher, bevor der Oberhieb eingehauen wird, diese Kanten a a a auf einem Schleifstein oder von einer Feile fortgenommen, so dass sie die abgestumpfte Form b b b erhalten, welche ein Niederlegen der Zähne nicht mehr befürchten lässt. So stellen sich die Zähne doppelhiebiger Feilen auch thatsächlich als vollständig ausgebildete kleine Meissel dar.

In Bezug auf das Material, aus dem die Feilen hergestellt werden, ist zu bemerken, dass die kleinen Meissel mit einer verhältnissmässig grossen Basis ohne Gefahr des Abbrechens eine grosse Härte zulassen und solche daher, der geringsten Abnützung wegen, auch erhalten. Die Feilen sind demnach aus Stahl, der, nachdem er den Hieb erhalten, gehärtet, und in der vollen Härte (Glashärte) belassen wird. —

In den Eisengiessereien kommen wohl sehr grosse einhiebige Feilen zum Abputzen der Gussnähte, des anheftenden Sandes (Verputzfeilen) vor, welche durch Giessen in Schalen, also aus Gusseisen, mit weisser Kruste angefertigt werden (S. 8).

Die Feilen fassen natürlich um so kräftiger an, je gröber der Hieb ist; sie hinterlassen dann aber auch mit groben Furchen versehene Flächen (einen groben Feilstrich). Ist es daher die Aufgabe, eine glatte Fläche zu erzeugen, so muss man bei der Bearbeitung nach und nach zu Feilen mit immer feinerem Hiebe greifen, weshalb stets eine Anzahl Feilen zur Hand sein muss, die sich wesentlich nur durch die Feinheit des Hiebes unterscheiden. Für den gewöhnlichen Gebrauch genügen drei Abstufungen in der Feinheit; für besondere Fälle werden dieselben oft auf vier bis sechs ausgedehnt. Da ausserdem die Arbeit, welche mit der Feile erzeugt werden soll, sehr verschieden in Bezug auf die Feinheit des Feilstrichs ist, (selbst feine Maschinenarbeit kann noch grob gegen die Arbeit des Uhrmachers genannt werden) so sind auch wieder die Feinheitsabstufungen sehr verschieden, d. h. es kann z. B. der feinste Hieb einer Schlosserfeile noch viel gröber sein, als der grobe Hieb einer Uhrmacherfeile. Deshalb sind die Feinheitsbezeichnungen immer nur relativ zu nehmen. Da aber

andererseits die gröberen Arbeiten auch stets mit grösseren (bis 500 mm. langen) Feilen und die feineren Arbeiten immer mit kleineren Feilen (von 25 mm. in der Länge aufwärts) ausgeführt werden, so kann man bequem die Feinheit des Hiebes mit der Grösse (Länge) der Feile in Zusammenhang bringen und dadurch eine sichere allgemeine Uebersicht gewinnen.

Die gewöhnlich genügenden drei Abstufungen werden mit den Namen Grob, Mittel, Fein bezeichnet, wonach die Benennungen grober Hieb (Grosse taille, *Rough cut*), Mittelhieb (Moyenne taille, *Bastard cut*) und feiner Hieb (Fine taille, Douce taille, *Smooth cut*) sich von selbst verstehen. Die Feilen mit grobem Hieb werden gewöhnlich Grobe-, die mit Mittelhieb Bastardfeilen (Limes bâtardes, *Bastard files*) oder Vorfeilen und die mit feinem Hieb Schlichtfeilen (Limes douces, *Smooth files*) genannt. — Dehnt man die Abstufungen weiter aus, so wird zwischen Bastard- und Schlichtfeilen noch eine Gattung eingeschaltet mit der Benennung Halbschlicht (Demi-douce, *Second cut*) und dann an die Schlichtfeile noch Feinschlicht (Schlicht-Schlicht, Doppel-Schlicht, Limes superfines, *Superfine files*, *Dead smooth files*) angereiht.

Die Feinheit des Hiebes wird nun an den Feilen einer Grösse aufgesucht und bestimmt nach der Anzahl Einschnitte des Oberhiebes, welche auf eine Längeneinheit der Feile gehen, und als Längeneinheit 25 mm. = 1 Zoll (Zollfeilen) genommen. — Hiernach ist folgende Tabelle entstanden, welche jedoch nur als Anhaltspunkt für die Feinheitsbestimmung gelten kann, da die Zahlen nach Ländern, Gewohnheit u. s. w. oft recht verschieden sind.

Hieb	Länge des behauenen Theils der Feile in Millimetern und (Zollen).					
	100 (4)	150 (6)	200 (8)	300 (12)	400 (16)	500 (20)
Grob	56	52	44	40	28	21
Bastard	76	64	56	48	44	34
Schlicht	112	88	72	70	64	56
Feinschlicht	216	144	112	88	76	64

Diese Zusammenstellung zeigt z. B., dass die Feinheit Schlicht einer 500 mm. Feile gleich ist der Feinheit Bastard einer 200 mm. Feile und der Feinheit Grob einer 100 mm. Feile.

Für sehr grosse (über 500 mm. lange) Feilen wird der Hieb oft noch bedeutend gröber und für die kleinen Feilen der Uhrmacher etc. noch viel feiner als die Tabelle angiebt. So ist die Zahl der Einschnitte an einer 600 mm. langen Feile oft nur 10 bis 12 auf 25 mm., während sie bei den Uhrmacherfeilen gewöhnlich 140 bis 190, sogar bei einer Gattung 230 beträgt.

Man erhält übrigens am Besten einen Begriff von der Feinheit der Feilen durch die Anzahl der Zähnchen, welche auf einer Flächeneinheit, z. B. 1 □cm. stehen. Unter der ziemlich zutreffenden Annahme, dass die Zahl der Einschnitte des Unterhiebes und des Oberhiebes gleich ist, erhält man nach vorstehender Tabelle etwa folgende Daten:

Eine grobe 500 mm. Feile besitzt 63 Zähnchen auf 1 □cm.
« Bastard « « « 165 « « «
« Schlicht « « « 448 « « «

Eine	grobe	200 mm.	Feile	besitzt	276	Zähnchen	auf 1 □cm.
«	Bastard	«	«	«	448	«	« «
«	Schlicht	«	«	«	740	«	« «
«	grobe	100 mm.	«	«	448	«	« «
«	Bastard	«	«	«	825	«	« «
«	Schlicht	«	«	«	1792	«	« «
«	Feinschlicht	«	«	«	6523	«	« «

Ausserordentlich verschieden ist die Form der Feilen, sowohl was den Querschnitt rechtwinklig und parallel zur Achse, als die Oberfläche anbetrifft. Bezüglich der Oberfläche sei zunächst hervorgehoben, dass die grösste Anzahl Feilen nach beiden Enden verjüngt, mitunter zu einer Spitze ausgebildet ist (Spitzfeilen, Limes pointues, *Taper files*). Bezüglich des ersteren Querschnitts ist zu bemerken, dass derselbe sich entweder aus geraden oder krummen, oder aus geraden und krummen Linien zusammensetzt, wonach geradflächige und krummflächige Feilen unterschieden werden können. — Die Grösse dieses Querschnitts kann nun entweder von einem Ende der Feile nach dem andern, oder von der Mitte nach beiden Enden abnehmen, oder endlich überall gleich sein, (oder von irgend einem Punkt der Feile nach den Enden hin zunehmen; ein Fall, der nie vorkommt). Gewöhnlich ist die Feile so gestaltet, dass sie nach einem oder nach beiden Enden dünner wird, also in einer Spitze oder einer stumpfen Schneide etc. ausläuft. Ihre Langform ist dann oft, besonders bei grossen, mit beiden Händen geführten Feilen, bauchig, weil erfahrungsmässig bauchige Feilen die unvermeidliche, wiegende Bewegung während des Gebrauchs, und die in Folge dessen leicht entstehende abgerundete Oberfläche des Arbeitsstückes kompensiren und mit grösserer Leichtigkeit ebene Flächen zu bilden gestatten.

Zum Gebrauch stecken die Feilen gewöhnlich in einem Hefte (selten in zwei), wozu sie an einem Ende mit einer spitzigen, nicht harten Verlängerung (Angel, Queue, Soie, *Fang*, *Tang*, *Tongue*, *Spike*) versehen sind. Das Heft, welches bequem in der Hand liegen muss, hat eine Gestalt, die aus Fig. 269 G, S. 234, zu erkennen ist. Für sehr kleine Feilen kann es bequem sein, ein Universalheft zu haben, das ist ein Heft, in dem die Feile durch eine Klemmschraube festgehalten wird. — Sehr grosse Feilen werden auch mitunter ohne Heft gebraucht; desgleichen sehr kleine Feilen, welche zu dem Zwecke entweder eine lange, nicht spitzige Angel haben, oder doppelt, d. h. so eingerichtet sind, dass zwei Feilen an einem Stiel sitzen, wo dann die eine Feile als Heft der anderen angesehen wird.

Da es dem Arbeiter bequemer ist, die Feile zum Angriff zu bringen, indem er sie von sich abstösst, so sind die Zähne auch so gestellt, dass ihre Rücken dem Heftende zugekehrt sind, woraus sich von selbst ergiebt, dass die Feile auf dem Rückwege nicht wirken kann, und dass es ihr nur schädlich ist, wenn sie auf dem Rückwege einen Druck empfängt.

Zum Festhalten des Arbeitsstückes, wenn dasselbe nicht schon durch das eigene Gewicht festliegt, dienen die S. 51—57 beschriebenen Werkzeuge.

Beim Gebrauch auf Schmiedeisen und Stahl werden die feinen Feilen zweckmässig mit Oel versehen, weil sie dann sanfter angreifen. Setzen sich die Feilen während der Arbeit mit Feilstaub voll, (verschmieren sie sich), was bei pelzigen und weichen Metallen (Zink, Kupfer, Blei etc.) selbst bei einhiebigen Feilen geschieht, so werden sie von Zeit zu Zeit mit Drahtbürsten (Kratzbürsten, Gratte brosse, *Scratch brush*) ausgeputzt, welche sich vorzüglich aus altem Beschlag von Baumwollkratzmaschinen

herstellen lassen. Sind die Feilen ausserdem besonders vom Oel schmierig, so nimmt man zur Reinigung Petroleum oder Benzin zu Hilfe, welches das Oel auflöst.

Die wichtigsten und gebräuchlichsten Feilen sind im Folgenden zusammengestellt.

1) Dreieckige (dreikantige) Feilen (Tiers-point, Lime triangulaire, *Triangular file*, *Three-square file*). Der Querschnitt ist gewöhnlich ein gleichseitiges Dreieck, vom Heftende nach dem anderen Ende allmählig kleiner werdend, so dass die Feile spitz ausläuft und mehr oder weniger bauchig ist. Sie ist auf allen drei Seiten gehauen und daher besonders geeignet zum Einarbeiten dreieckiger Furchen. — Mitunter erhält sie überall gleiche Dicke, so dass die Flächen Ebenen bilden.

2) Viereckige, (vierkantige) quadratische Feilen von quadratischem Querschnitt spitz auslaufend, und auf allen vier Seiten behauen. Die grossen vierkantigen Feilen von 300—600 mm. Länge und 25—50 mm. Breite heissen Armfeilen, Lime à bras, Carreau, *Arm file*, *Rubber*); sie dienen zu den gröbsten Arbeiten und kommen bis zu einem Gewicht von 9 Kg. vor. Von der Mitte an laufen sie nach beiden Enden in Spitzen aus, weshalb sie stark bauchig sind. Feilen dieser Art mit gleichbleibendem Querschnitt kommen selten vor.

3) Flache Feilen (Lime plate, Plate large, Plate à main, *Hand-file*, *Flate file*, *Safe-edge*). Diese Feilen haben einen rechteckigen Querschnitt, der gewöhnlich vom Heftende zum andern so abnimmt, dass der Längenschnitt bauchig und das Ende stumpfschneidig wird, und die Breite gleich bleibt. Dieselben sind dann in der Regel nur an drei Seiten gehauen (eine schmale Seite bleibt ohne Hieb), weshalb sie sich besonders zum Ausarbeiten von Ansätzen eignen und deshalb Ansatzfeilen heissen. Da sie von allen Feilen wohl am häufigsten Anwendung finden und deshalb immer zur Hand sein müssen, so führen sie auch den Namen Handfeilen, und kommen in den verschiedensten Grössen und Feinheitsabstufungen, auch einhiebig (flache Zinnfeilen) vor. Je nach dem Verhältniss der Dicke zur Breite unterscheidet man noch dickflache und dünnflache Feilen. Verjüngt sich eine flache Feile jedoch zu einer oder zwei Spitzen, so entsteht die spitzflache Feile (Spitzfeile), welche durchgehends an 4 Flächen (selten bleibt eine schmale Seite ohne Hieb) gehauen ist. Diese Spitzfeilen wurden früher in Stroh gewickelt in den Handel gebracht, was ihnen den Namen Strohfeilen gab, der noch heute gebräuchlich ist, obwohl die Einwickelung meistens aus Papier besteht. Spitzflache Zinnfeilen sind einhiebig.

4) Messerfeilen (Lime en couteau, *Knife file*). Diese haben einen viereckig keilförmigen Querschnitt, der aus einem gleichschenklig dreieckigen Querschnitt durch Wegnahme der scharfen Kante entstanden ist. Sämmtliche Seiten sind gehauen, die schmalen oft nur einhiebig. — Die breite Seite (Rücken) hat spitzwinklige Kanten und eignet sich daher besonders zum Ausarbeiten scharfer Einschnitte. Die schmale Kante dient namentlich zum Einfeilen von Rinnen, z. B. in Schraubenköpfen etc. und ist deshalb in der Regel geradlinig, während der Rücken krumm, so dass das eine Ende der Feile spitz ausläuft.

5) Einstreichfeilen, Schraubenkopffeilen, Schwertfeilen (Lozange, *Slitting file*, *Feather edge*, *Screw-head file*). Diese Feilen haben einen Querschnitt, den man sich aus zwei mit den Rücken aneinander gelegten Messerfeilen zusammengesetzt denken kann und besitzen demnach

zwei schmale Flächen, weshalb sie wie die Messerfeilen zum Einfeilen (Einstreichen) der Furchen in Schraubenköpfen dienen.

6) Sägefeilen (Lime pour scies, *Saw file*). Zum Schärfen der Sägen dienen fast ausschliesslich Feilen, deren Querschnitt der Zahnform angepasst und so beschaffen sein muss, dass in den Zahnlücken keine scharfen Kanten entstehen, weil diese nicht nur die Späne sehr festhalten, sondern auch leicht ein Einreissen verursachen. Da die gewöhnlichen Zahnlücken dreieckig sind, so versteht man unter Sägefeile fast ausschliesslich eine dreikantige Feile, deren Kanten weggeschliffen und ebenfalls gehauen sind, so dass streng genommen der Querschnitt ein Sechseck mit 3 sehr schmalen und 3 breiten Seiten bildet. Diese Feilen sind meistens spitz, mitunter stumpf.

7) Runde Feilen (Lime ronde, *Round file*). Diese Feilen haben eine schlank kegelförmige und etwas gebauchte, oder eine zylindrische Form. Ihre ganze Oberfläche ist gehauen, aber der Hieb läuft nicht zusammenhängend um die Feile herum, sondern besteht aus Unterbrechungen, welche kurze ungehauene Stücke zwischen sich lassen, so dass in der Längenrichtung der Feile Hiebstreifen entstehen, welche mit schmalen, glatten Streifen abwechseln. — Diese eigenthümliche Art des Hiebes ist durch die Anfertigung bedingt, welche keinen Meissel zulässt, der über die ganze Fläche reicht, sondern bedeutend schmäler ist, weshalb auch dieser Hieb an anderen konvex geformten Feilen vorkommt. Kleine Feilen dieser Art (Rattenschwänze, Queue de rat, *Rat-tail*) und runde Schlichtfeilen sind auch gewöhnlich nur einhiebig.

8) Halbrunde Feilen (Demi ronde, *Half round*). Der Querschnitt dieser Feilen ist ein Kreisabschnitt, der von dem Heftende an allmählich kleiner wird, weshalb die gerade Fläche wie eine spitzflache Feile beschaffen ist. Die ganze Oberfläche ist gehauen; der konvexe Theil wie bei den runden Feilen streifenweise. Der Bogen, der dem Kreisabschnitt angehört, liegt zwischen 30 und 180°, bei der grösseren Zahl aber zwischen 90 bis 120°. — Schwach gewölbte Feilen heissen auch wohl deshalb flachhalbrund.

9) Wälzfeilen, Arrondirfeilen (Lime à arrondir, *Round off file*). Diese Feilen bilden Zylinderabschnitte, welche nur auf der ebenen Fläche gehauen sind, indem sie die Bestimmung haben, die Zähne kleiner Zahnräder abzuglätten (Wälzen, Arrondiren, Arrondir, *Round off*).

10) Vogelzungen (Feuille de sauge, *Cross file*, *Crossing file*, *Double half-round*). Wenn zwei halbrunde Feilen mit den flachen Seiten auf einander gelegt werden, entstehen ovale Querschnitte (Bogenzweiecke) und die Feilen, welche obigen Namen führen.

11) Gabelfeilen (Langue de carpe, *Tongue*). Diese Feilen haben wie die flachen Feilen als Grundlage ihres Querschnitts ein Rechteck; die schmalen Seiten jedoch sind konvex gekrümmt, wodurch die Feilen geeignet werden zur Ausarbeitung der Räume zwischen den Zacken der Gabeln, woher denn auch ihre Benennung. Ausserdem dienen ähnliche Feilen zum Schärfen der grossen Sägeblätter (Mühlsägefeilen).

Von denjenigen Feilen, welche ausser den oben angegebenen noch in grosser Zahl und für spezielle Zwecke in den mannigfaltigsten Formen, Grössen und Feinheiten, namentlich z. B. bei dem Uhrmacher, Kleinmechaniker u. s. f. in Gebrauch sind, mögen hier nur diejenigen angeführt werden, welche öftere Verwendung finden.

12) Riffelfeilen (Raumfeilen, Rifloirs, Riflards, *Riflers*) sind kurze, 25 bis 50 mm. lange Feilen, welche fast in allen oben aufgezählten Formen,

aber verschieden gebogen und gekröpft und gewöhnlich zu je zwei an einem Stiel vorkommen. Ihre Bestimmung ist, in Vertiefungen zu arbeiten, denen mit gewöhnlichen Feilen nicht beizukommen ist, weshalb sie Goldarbeitern, Graveuren, Bildhauern etc. unentbehrlich sind. — Werden diese Feilen sehr dünn, so heissen sie Feder- oder Nadelfeilen. Sie werden in der Regel nicht gehärtet, damit sie nicht so leicht brechen und sich während der Arbeit biegen lassen.

13) Liegefeile (*Rubber*). Diese Feile ist die einzige Feile, welche während der Arbeit festliegt und dadurch zur Wirkung kommt, dass man das Arbeitsstück darüber wegzieht. Sie ist nichts weiter als eine sehr breite Flachfeile.

2. **Raspeln.** Da sich selbst einhiebige Feilen beim Gebrauch auf Holz, welches der 4. bis 8. Härteklasse (S. 40) angehört, sehr leicht verschmieren, wenn der Hieb nicht grob ist, so pflegen Feilen zur Bearbeitung des Holzes selten gebraucht zu werden, um so mehr, als in den meisten Fällen der Meissel und der Hobel vollständig zur Gestaltung ausreichen. Nur für Bildhauer, Drechsler, Büchsenschäfter, Wagner sind jedoch feilenartige Werkzeuge, welche das Ausarbeiten unregelmässiger Vertiefungen und Erhöhungen durch Wegnahme kleiner Späne leicht gestatten, unentbehrlich. Dieselben dürfen sich nicht leicht verstopfen und müssen geeignet sein, in jeder Richtung zu den Fasern zu arbeiten. Durch grosse Lücken zwischen den Zähnen der Feile, also dadurch, dass die Zähne als kleine Pyramiden rundum auf eine grössere Entfernung freistehen, ist die Feile für den besagten Zweck vollständig brauchbar gemacht und als Raspel in den Werkstätten des Holzarbeiters bekannt. Um diese kleinen raspelnden Pyramiden auf der Oberfläche des stählernen Raspelkörpers zu bilden, umgeht man den weitläufigen Weg der Aufbringung zweier Hiebe (Ober- und Unterhieb), indem man nur mit einem dreieckig spitzigen, oder einem schmalen abgerundeten Meissel, der unter einem geeigneten spitzen Winkel aufgesetzt wird, kleine Gruben einschlägt und dadurch spitzige Erhöhungen (Raspelzähne) aufwirft, welche allerdings durchaus nicht wie bei den Feilen als schneidende Meissel, sondern nur als kratzende oder reissende Zähne zur Wirkung kommen. Die Raspel gehört deshalb zu den unvollkommensten Werkzeugen in Bezug auf die Beschaffenheit ihrer wirkenden Theile.

Nach der Zahl und der damit in umgekehrtem Verhältniss stehenden Grösse der Zähne sind auch die Raspeln in grobe und feine einzutheilen, wenn zwar diese Eintheilung allgemein nicht üblich ist.

Die Zahl der Raspelzähnchen variirt zwischen 6 bis 160 auf 1 □cm., beträgt aber durchschnittlich etwa 12 bis 60 auf 1 □cm., so dass die feinsten Raspeln immer noch gegen grobe Feilen sehr grob sind, wie eine Vergleichung mit der Zusammenstellung auf Seite 353 erkennen lässt.

Die Länge und Form stimmt wesentlich mit derjenigen der Feilen überein, so dass die Länge zwischen 75 und 450 mm. liegt und die Form Benennungen hervorgerufen hat, die im Begriff mit denjenigen der Feilen übereinstimmen.

1) Dreieckige Raspeln mit dreieckigem Querschnitt und fein gezahnten Kanten.

2) Vierkantige Raspeln von quadratischem Querschnitt.

3) Flache Raspeln, gewöhnlich spitzflach, mitunter wie Anzatzfeilen gebildet (Ansatz-Raspeln). Die schmalen Seiten haben einen einfachen Feilenhieb.

4) Messerraspeln. Auf den breiten Flächen mit Raspel-, auf den schmalen Flächen mit einfachem Feilenhieb versehen.

5) Runde Raspeln. Bei diesen Raspeln kommt ausser den mit gewöhnlichem Raspelhieb versehenen noch eine besondere Gattung vor, welche sich davon durch eine eigenthümliche Anfertigung zu ihrem Vortheil unterscheiden. Die Anfertigung besteht darin, dass man eine vier- oder sechskantige Stahlstange an den Kanten mittelst eines Meissels mit einfachem Hieb versieht, und die Stange dann in glühendem Zustande schraubenartig um die Achse dreht, so dass etwa auf 25 mm. eine Drehung kommt. Die dadurch in Schraubenlinien gelegten Zähnchen greifen sehr scharf an und verstopfen sich viel weniger leicht als gewöhnliche Raspelzähne.

6) Halbrunde Raspeln. Gleichen den halbrunden Feilen. Mitunter ist die flache Seite mit einem einhiebigen Feilenhieb versehen (Raspelfeile).

7) Vogelzungen-Raspeln. . Auch durch Zusammenlegen zweier halbrunder Raspeln gebildet.

8) Riffelraspeln. Besitzen durchaus den Charakter der Riffelfeilen.

Zur Beschleunigung mancher Arbeit hat man, wenn auch selten, ebenfalls rotirende Scheiben, deren Oberfläche mit Raspelhieb versehen ist, wie eine Frässcheibe, oder auf der Drehbank in Bewegung gesetzt (Raspelmaschine).

L. Schleifsteine[1]).

Die Fräsen, Feilen und Raspeln bilden zusammen genommen einen Theil des Werkzeugapparates des Metall- und Holzarbeiters, mit dem eine so ausserordentlich grosse Mannigfaltigkeit in der Arbeit erzielt werden kann, dass man andere Werkzeuge daneben entbehren könnte. Allein sie haben den Nachtheil, namentlich aus zwei Gründen, die Arbeit sehr zu vertheuern, einmal wegen ihrer verhältnissmässig geringen Leistungsfähigkeit und dann, weil sie die Schneiden bald einbüssen (leicht stumpf werden), wodurch eine fortwährende Erneuerung der Schneiden durch Nachschleifen, Aufhauen etc. erforderlich wird, welche umständlich und daher kostspielig ist, weil z. B. in den meisten Fällen ein Weichmachen und nachheriges Wiederhärten unvermeidlich ist. — Es erklärt sich deshalb unter Anderem das Bestreben, die an die Stelle der Feile getretene Hobelmaschine (Feilmaschine), die Drehbank u. s. w. bis zum Aeussersten auszunutzen, weil die hierbei zur Wirkung kommenden Werkzeuge nicht nur sehr einfach herzustellen und leicht in Stand zu erhalten sind, sondern auch wenigstens den Feilen gegenüber wohl einen höheren Wirkungsgrad haben dürften. Aus demselben Grunde haben die von altersher an Stelle der Feilen etc. in Gebrauch stehenden steinigen Naturprodukte nicht nur ihre Bedeutung behalten, sondern sind sogar künstlich nachgebildet worden. Da bei Anwendung dieser Steine wahrscheinlich zuerst das Arbeitsstück über dieselben hin- und hergeschleift wurde, so hat die Operation den Namen Schleifen (Emoudre, Emoulage, *Grinding*) und der hierzu passend gemachte Stein den Namen Schleifstein (Meule, *Grindstone*) erhalten.

Die Wirkung der Schleifsteine beruht zunächst auf der sehr grossen Anzahl kleiner, freistehender Spitzen, welche von dem mit einem bestimmten Druck darüber weggezogenen Arbeitsstück kleine Spänchen abreissen oder ausritzen. Die Gestalt der Spitzen ist zwar je nach dem Krystallsystem, dem der Stein angehört, verschieden, allein doch nie so scharfschneidig wie ein Meissel oder ein richtiger Feilenzahn; darum ist die Wirkung

---

1) Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. I. S. 341. — Civil-Ing., 1863. S. 272. — Polyt. Centr., 1859. S. 1450. — Dingler's Journ., Bd. 154. S. 442.

nicht mit der einer Feile, sondern mit der einer feinen Raspel zu vergleichen. Die Grösse dieser freistehenden Spitzen und der damit zusammenhängenden Lücken oder Vertiefungen, das Korn, ist ebenfalls sehr verschieden, weshalb man auch grobe und feine Schleifsteine unterscheidet, welche nicht nur verschieden stark angreifen, sondern auch einen groben oder feinen Schliff hinterlassen.

Ein zweiter wichtiger Faktor ist die Härte des Steins. Es kann allerdings ein Körper, wenn er sich in Bewegung befindet, in Folge der lebendigen Kraft, namentlich wenn er mit immer neuen Stellen auf dieselben Stellen eines anderen Körpers einwirkt, diesen letzteren bearbeiten, d. h. ritzen oder abschleifen — (wie z. B. eine sehr schnell rotirende Messingscheibe Einschnitte in harten Stahl erzeugt und eine Scheibe von weichem Eisen bei 20 m. Geschwindigkeit harten Stahl, bei 43 bis 100 m. Geschwindigkeit sogar Achat und Quarz schneidet) —, allein in gewöhnlichen Fällen, wo diese grosse Geschwindigkeit nicht vorhanden ist, kann man den Satz aufstellen, dass das schleifende Material härter, oder mindestens eben so hart sein muss, als der abzuschleifende Körper.

Je nach der Grösse des Kornes und der Härte greift der Schleifstein verschieden an. Deshalb unterscheidet man bei den kleineren Steinen nach der Reihenfolge, in welcher sie allmählich zum Angriff gebracht werden, um die Spuren der vorhergegangenen wegzuschleifen: rauhe (Pierre rude), halblinde (Pierre demi-rude, Pierre demi douce) und linde (Pierre douce) analog der Bezeichnung grob, halbschlicht, schlicht für Feilen, S. 353.

Drittens muss der Stein eine möglichst homogene Beschaffenheit, d. h. ein gleichmässiges Korn und eine gleichmässige Härte besitzen, weil er sonst nicht nur ungleich angreift, sondern auch ungleich abgenutzt wird, was sehr bald zu Verunstaltungen führt, die künstlich beseitigt werden müssen. (Ein runder Drehstein wird bald unrund, ein ebener Stein bald ausgehöhlt, oder, wenn harte Adern denselben durchziehen, höckerig etc.).

Unter den von der Natur gebotenen Steinarten ist es besonders der Sandstein, der Schiefer und der Quarz, welche den oben erwähnten Bedingungen genügen und gehörig billig herbeigeschafft werden können.

Der Sandstein (Grès, *Sandstone*) bildet sich durch Verkitten des Sandes, also jener kleinenec, kigen oder abgerundeten Quarzkörner, welche durch Zertrümmerung der quarzhaltigen, krystallinischen Silikatgesteine entstehen und sich durch grosse Härte auszeichnen. Das Bindemittel der in Rede stehenden Sandsteine ist entweder Thon (Thon-Sandstein) oder Kiesel (Kiesel-Sandstein) oder Kalk (Kalk-Sandstein).

Von den Schiefern ist besonders der Thonschiefer anwendbar, da er in seinen verschiedenen Uebergängen und Vermischungen, namentlich mit Quarz (Wetzschiefer), oder als Kieselschiefer eine Menge Härteabstufungen darbietet. Auch die Feinheiten sind sehr mannigfaltig, wenn zwar durchgehends ein feines Korn die Schiefer auszeichnet. Sie sind ausserdem sehr durch die Farbe unterschiedlich, welche hellgrau, grauweiss, gelblichweiss, blaugrau, oft schmutziggrün und röthlich ist. Besonders hervorzuheben ist der blaue Schleifstein (blaue Messing-Schleifstein) als ein weicher und der grüne Wetzschiefer (sächsischer Oelstein) als ein harter, sehr beliebter Schleifstein, wegen seiner Feinheit und Regelmässigkeit im Korn.

Der Quarz liefert einen ungemein harten aber feinen und höchst gleichmässigen Schleifstein, der unter dem Namen Kansas- oder Alkansas-Schleifstein[1]) aus Nordamerika eingeführt ist. Dieser Quarz, der dem

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1859. S. 33. — Polyt. Centr., 1859. S. 620.

Chalzedon nahe steht, zeichnet sich auch durch eine weisse Farbe und dadurch aus, dass er nach dem Tränken mit Oel stark transparent wird.

Anzuführen endlich ist noch ein kieseliger Dolomit von sehr fein- und dichtkörnigem Gefüge und guter Härte, welcher aus der Levante stammt und als levantischer Schleifstein oder türkischer Oelstein sehr geschätzt wird.

Die künstlichen Schleifsteine [1]), welche in neuerer Zeit namentlich zum Schärfen der verschiedensten Werkzeuge (Sägen, Fräsen etc.) sehr viel in Gebrauch gekommen sind, werden aus harten pulverförmigen Substanzen hergestellt, die mit einem Kitt zusammengekittet, oder auch durch Vermischen mit Sintermaterial und Brennen, oder durch chemische Bindungen auf kaltem Wege vereinigt und Ausgiessen oder Pressen in Formen in die bestimmte Gestalt gebracht werden.

Als Schleifsubstanzen werden namentlich Schmirgel, Quarz oder Feuerstein, scharfer Sand und harter Sandstein, mitunter auch Bimsstein verwendet.

Durch folgende Kitte und Methoden werden die Substanzen in künstliche Schleifsteine verwandelt. 1) 3 Theile Schmirgelpulver werden mit 1 Theil Schellackpulver innig gemischt und bis zum Schmelzen des Schellacks erwärmt, in Formen gepresst [2]). 2) Billiger, aber auch weniger haltbar werden diese Steine, wenn man statt des Schmirgels Quarzpulver oder Sand nimmt. 3) Man vermischt Schmirgel mit feuerfestem Thon, formt und brennt die Mischung hart. 4) Fein gestossener und gesiebter Sandstein wird mit Porzellanthon vermengt, getrocknet und im Scharffeuer eines Steingutofens gebrannt. 5) Neuerdings werden unter dem Namen «Tanite» Schleifsteine in den Handel gebracht, welche aus Schmirgel, Leim und rohem Tannin hergestellt werden sollen.

Die Schleifsteine werden entweder beim Gebrauch trocken oder nass gehalten. Im trockenen Zustande greifen die Körnchen zwar besser an, so dass das Abschleifen schneller von statten geht, allein die Arbeitsstücke erwärmen sich, — weshalb die harten, stählernen Werkzeuge weich werden, — und die abgestossenen Metall- und Steintheilchen wirken sehr nachtheilig auf die Athmungsorgane der Arbeiter ein. Daher wird das Trockenschleifen nur in den Fällen ausgeübt, wo die Berührung der Arbeitsgegenstände mit Wasser vermieden werden muss, oder wo eine zu grosse Erhitzung nicht zu erwarten steht: bei langsamer Bewegung. Dann sollte aber stets für eine Entfernung des Schleifstaubes durch Ventilatoren u. s. w. gesorgt werden. In den meisten Fällen geschieht das Schleifen nass, d. h. mit Schleifsteinen, die durch Wasser (Wassersteine) oder Oel (Oelsteine) stark genässt oder angefeuchtet sind. Beim Schleifen mit Wasser ist, selbst bei bedeutenden Geschwindigkeiten der Arbeitsbewegung, ein Weichwerden harter Stahlwerkzeuge nicht zu befürchten, und durch das Aufnehmen des Schleifstaubs auch die Gefahr für die Gesundheit beseitigt. Die geschliffene Fläche wird ausserdem gleichförmiger und ansehnlicher, da durch die Ausfüllung der kleinen Vertiefungen an der Steinoberfläche mit Wasser oder Schlamm ein zarteres Angreifen statt hat. Bei Verwendung von Oel fallen selbstverständlich auch die Ursachen der Rostbildung weg, so dass die feinsten Stahlschneiden auf Oelsteinen geschliffen werden. Ausserdem hat das Oel den Vortheil, den Stein stets

---

1) Polyt. Centr., 1853. S. 1361; 1860. S. 554; 1861. S. 488. — Dingler's Journ., Bd. 156. S. 398; Bd. 160. S. 315; Bd. 190. S. 197; Bd. 212. S. 388; Bd. 213. S. 21 u. 196; Bd. 215. S. 379. 2) Mitth. 1853. S. 140. — Polyt. Centr., 1853. S. 1361.

feucht zu erhalten und mit dem Schlamm eine Paste zu bilden, welche sich in die Poren setzt und dadurch einen höchst zarten Schliff herbeiführt.

Insofern an dieser Stelle nur das Schleifen in Betracht kommt, welches eine Gestalt- oder Grössenveränderung oder das Anschärfen von Werkzeugen betrifft, während in einem späteren Kapitel das Schleifen als Verschönerungsmittel beschrieben werden soll, beschränkt sich die Abhandlung hier auch auf den Gebrauch der Schleifsteine.

Was zunächst die Form und die Grösse derselben anbetrifft, so sind diese von grosser Mannigfaltigkeit, je nachdem der Stein oder das Arbeitsstück die Arbeitsbewegung erhält. Bewegt sich der Stein, so hat derselbe die Gestalt einer zylindrischen Scheibe, welche entweder die Peripherie oder die flache Seite zum Schleifen darbietet, weshalb sie entweder um eine horizontale oder eine vertikale Achse in Drehung versetzt wird. Die Anordnung einer horizontalen Achse ist die Regel (Drehstein).

Die Drehsteine haben einen Durchmesser von 50 bis 3000 mm. und je nach ihrer Bestimmung eine Breite (Dicke) von 6 bis 300 mm. Ihre Achse, welche gewöhnlich innerhalb des Steines viereckig ist, und in einem viereckigen Loche des Steines durch eingetriebene Holzkeile befestigt wird, ruht mit zwei Zapfen in Lagern, welche auf den zwei Wänden eines Troges sitzen, in den der Stein etwa bis zur Hälfte eintaucht und der den Zweck hat, die abgeschliffenen Theile (Schleifel, Schlips, Moulée, *Slip*) aufzunehmen, die durch Wasser, welches zugleich zum Nasshalten des Steines sich im Troge befindet, oder das aus einer Kanne oder einer Röhre auf den Stein geleitet wird, ununterbrochen von dem Steine abgewaschen werden. Ausserhalb des Troges erhält sodann die Achse entweder eine Handkurbel, oder eine Kurbel mit Trittbewegung, wie bei einer Drehbank, oder Riemscheiben für Elementarbetrieb, als Antriebsvorrichtung. — Bei grösseren Steinen empfiehlt sich statt der viereckigen Drehachse mit Holzkeilbefestigung eine Achse mit aufgesteckten und durch Schraubenmuttern festzuklemmenden Scheiben, welche den Stein zwischen sich nehmen und, wie die Kreissäge S. 285, festhalten, weil Holzkeile leicht locker werden, oder gar den Stein zersprengen können, in welchem Falle wegen der bedeutenden lebendigen Kraft des bewegten Steines die grösste Gefahr für die Arbeiter entstehen kann. Dies ist auch der Grund, warum der Trog nicht nur sehr stark (aus Gusseisen oder dicken Holzbohlen) angefertigt, sondern ausserdem oft mit einer bogenförmigen Kappe versehen wird, die einen grossen Theil der oberen Steinhälfte umgiebt, so dass der Stein mitunter nur an dem 5. oder 6. Theil der Peripherie zugänglich ist. — Da sehr grosse Steine mit gutem, gleichförmigem Korn nicht immer leicht zu haben sind, so setzt man sie wohl aus einzelnen Segmenten zusammen [1]). Hierbei verfährt man zweckmässig in der Weise, dass man die Segmente mit der dem Mittelpunkte zugekehrten konkaven oder graden Fläche an eine runde oder polygone gusseiserne Trommel legt, welche mit Rändern versehen ist, zwischen welche sich die Steinsegmente legen. Die Befestigung geschieht dann ausser durch Kitt oder Zement entweder noch vermittelst Bolzen, die parallel zur Achse durch die Trommelränder und den Stein gezogen werden, oder auch vermittelst einer in den Stein eingearbeiteten Nuth, in welche ein an der inneren Fläche der Trommelränder sitzender Vorsprung eingelegt wird. In diesem Falle muss natürlich eine der Seitenscheiben gegen die Trommel verschiebbar eingerichtet werden.

---

1) Polyt. Centr., 1858. S. 729. — Dingler's Journ., Bd. 149. S. 413.

Die Drehsteine haben in der Regel, der schnellen Arbeit wegen, eine bedeutende Geschwindigkeit. Die Steine von 75 bis 150 mm. Durchmesser machen etwa 600 bis 800, diejenigen von 300 bis 600 mm. Durchmesser 400 bis 600 und die von 1000 bis 2000 mm. etwa 100 bis 200 Touren in der Minute, was etwa einer Geschwindigkeit von 3, 5, 9, 12 m. pr. Sekunde entspricht. Noch grössere Geschwindigkeiten kommen in einzelnen Fällen vor; so haben die Schleifsteine zum Spitzen der Nähnadeln wohl 30 bis 45 m. Geschwindigkeit in der Sekunde.

Das Arbeitsstück wird gewöhnlich aus freier Hand geführt gegen den Drehstein gehalten, weil die Geschicklichkeit des Arbeiters in den meisten Fällen für das Gelingen der Arbeit ausreicht. Bei oft zu wiederholenden Arbeiten (Anschleifen von Bohrern, beim Sägenschärfen u. s. w.), wo auch besonders profilirte Schleifräder oder Schleifscheiben aus Schmirgel in Anwendung stehen, werden besondere Führungsvorrichtungen [1]): Auflagen mit kippender Bewegung u. dgl. angewendet. Sehr beliebt ist zum Schärfen der Sägen unter Anderem die Einrichtung, wobei die Schleifscheibe in einem schwingenden Hebel gerade über der in einen Spannkloben eingespannten Säge hängt und allmählich niedergelassen und aufgehoben wird, während die Säge um eine Theilung, automatisch oder durch die Hand vorrückt [Sägeschärfmaschine [2])]. In solchen Werkstätten, wo das Anschleifen einer grossen Anzahl Werkzeuge von verschiedenen Profilen häufig vorkommt, ist es zweckmässig, eine Reihe entsprechend profilirter Schmirgelscheiben auf eine Welle zu stecken. So kommen dergleichen Schleifapparate mit 5 bis 8 Scheiben zum Schleifen der Profilhobeleisen in Holzverarbeitungs-Werkstätten vor. — Zum Anschleifen sehr langer Schneiden, die genau gerade sein müssen (Hobelmesser an Holzhobelmaschinen, Messer in Papierholländern) oder überhaupt langer gerader Kanten werden neuerdings die Schleifscheiben um eine vertikale Achse drehbar, also mit der ebenen Fläche nach oben gekehrt, mit Recht vorgezogen, wenn nicht bei den Drehscheiben ausser der Zylinderfläche auch die ebenen Seitenflächen zum Schleifen hergerichtet sind.

Eine besondere Verwendung hat neuerdings der Schleifstein in den Eisenbahnreparaturwerkstätten zum Abschleifen der durch die Wirkung der Bremsen hart gewordenen Laufflächen der Radbandagen erfahren, weil das Abdrehen auf der Drehbank wegen der grossen Härte dieser Flächen sehr erschwert wird [3]).

Die Abnutzung der Drehsteine ist nicht nur eine ziemlich schnelle, sondern auch fast immer eine ungleichmässige, weshalb von Zeit zu Zeit eine Zurichtung erforderlich wird, welche in Abhauen oder gewaltsamem Wegschleifen der erhöhten Stellen besteht und ziemlich umständlich und zeitraubend ist. Um die Abnutzung regelmässig über die Steinperipherie zu vertheilen, hat man den sehr beachtenswerthen Vorschlag in Ausführung gebracht, zwei Steine mit parallelen Achsen in einen Trog zu setzen, welche sich stetig berühren, aber etwas verschiedene Drehgeschwindigkeiten haben, wodurch sie sich auch stetig etwas abschleifen [Doppelschleifsteine [4])]. Auch hat man dem einen Stein wohl eine kleine Oszillation in der Achsenrichtung gegeben. — Bei Drehsteinen

---

1) Hesse, Werkzeugmasch. d. Wien. Ausst., S. 335. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1863. S. 183. — Polyt. Centr., 1863. S. 1204; 1872. S. 501. — Dingler's Journ., Bd. 170. S. 257; Bd. 184. S. 235; Bd. 206. S. 430; Bd. 210. S. 245. 2) Polyt. Centr., 1862. S. 615. — Dingler's Journ., Bd. 156. S. 98; Bd. 163. S. 342. 3) Heusinger, Handb., Bd. IV. S. 245. — Organ, 1866. S. 43; 1867. S. 174. 4) Zeitschr. d. Ing., 1857. S. 112; 1859. S. 320. — Polyt. Centr., 1858. S. 374; 1860. S. 469. — Dingler's Journ, Bd. 146. S. 247; Bd. 160. S. 8.

mit Handkurbeln oder mit Fusstritt ist die Kurbel von Zeit zu Zeit anders aufzustecken, oder eine solche Zahnradübersetzung anzubringen, dass die Stellung der Kurbel zum Stein sich stetig ändert, um die ungleichmässige Abnutzung durch die ungleichförmige Geschwindigkeit zu beseitigen.

Den Drehschleifsteinen gegenüber stehen die Handschleifsteine, welche nur durch die Hand zur Wirkung gebracht werden, sei es, dass man, wie beim Wetzen, das Arbeitsstück darüber hinwegzieht, oder dass man den Stein in die Hand nimmt und über das Arbeitsstück fortbewegt. Die Handschleifsteine sind daher nicht nur viel kleiner, sondern auch anders geformt als die Drehsteine. Gewöhnlich haben sie die Gestalt einer Platte oder eines Prismas und eine Länge von 80 bis 200 mm., eine Breite von 3 bis 50 mm. und eine Dicke von 1 bis 25 mm. Der Querschnitt ist quadratisch, länglich, viereckig, dreieckig, rund, halbrund, oval u. s. w., oft nach den Enden zu spitz auslaufend oder kugelförmig abgerundet u. s. w.

III. Von den schabenden Werkzeugen.

Wenn der Schneidwinkel eines Werkzeugs grösser als 90° ist, so hört (S. 217) das eigentliche Schneiden auf, indem an die Stelle desselben derjenige Vorgang tritt, der mit Schaben bezeichnet wird und höchst geeignet ist, sehr feine, zusammenhängende Spänchen fortzunehmen, also Oberflächen zu glätten oder geringe Dimensionsverminderungen herbeizuführen. Daher werden denn Werkzeuge mit schabender Wirkung auf Metall und Holz verwendet und zwar sowohl zum Abschaben ebener und krummer Oberflächen, als zum Ausschaben von Löchern etc. Fast ohne Ausnahme geschieht die Bewegung dieser Werkzeuge mit der Hand, entweder über das Arbeitsstück wegziehend (Abziehen, Racler, *Scraping*) oder in dem Loche drehend.

A. Ziehklinge, Schaber, Holzzieheisen[1]).

Um auf Holzoberflächen die letzten Spuren des Hobels, der Raspel, und auf den Oberflächen, namentlich der weichen Metalle, Feilstriche oder andere Rauhigkeiten zu beseitigen, sind die schabenden Werkzeuge deshalb von erheblichem Nutzen, weil sie, wegen ihres geringen Angreifens, eine grosse Länge ihrer arbeitenden Kante gestatten und desshalb eine bedeutende Gewähr dafür bieten, dass die bearbeitete Fläche die kleinen Rauhigkeiten verliert und sich genau der Gestalt des schabenden Werkzeugs anschliesst. Erforderlich ist bei den Schabern also ein der Oberfläche kongruentes Profil (geradlinig für ebene, konkav für konvexe und konvex für konkave Flächen etc.) und eine genaue, nicht schartige, von einer kontinuirlichen Kurve gebildete Kante.

Bei den Holzarbeitern wird der Schaber regelmässig aus etwa 0,6 bis 1 mm. dickem Stahlblech ausgeschnitten und durch Schleifen zunächst mit scharf rechtwinkligen Kanten ausgestattet, gehärtet und violett angelassen. Weil wegen der geringen Dicke dieses Schabers, der den Namen Ziehklinge (Racloir, *Scraper*) führt, die rechtwinkligen Kanten sich bald abrunden uud dann nicht mehr angreifen, so muss oft eine Erneuerung der Schärfe vorgenommen werden. Das geschieht dadurch, dass man mit einem glatten, glasharten Stahlstäbchen (Ziehklingenstahl) von etwa 100 mm. Länge und rundem oder ovalem Querschnitt kräftig längs der Kanten hinfährt, welche sich dadurch etwas verbreiten und einen gut angreifenden Grat erhalten. — Die Grösse der Ziehklinge muss so bemessen

1) Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. 1. S. 774, 413, 723.

sein, dass sie ein sicheres Festhalten mit einer oder mit beiden Händen gestattet, weil die Klinge nur ausnahmsweise in einen Holzgriff gefasst ist. Die durchschnittliche Breite beträgt 50 und die Länge 100 bis 200 mm. Beim Gebrauch der Ziehklinge muss dieselbe schräg aufgesetzt werden (mit dem kleineren Neigungswinkel der Bewegungsrichtung zugekehrt) und so, dass die Kante die Holzfasern etwas kreuzt, damit sie nicht einreisst.

Die Schaber (Grattoir, *Scraper*) für weiche Metalle (Zinn, Britannia-Metall) also zum Gebrauch für Zinngiesser, Orgelbauer etc. sind von den Ziehklingen kaum verschieden, nur gewöhnlich etwas dicker und steifer. — Für mittelharte Metalle (Messing, Kupfer, Zink etc.) müssen sie jedoch schon viel kräftiger gebaut und mit einer kurzen Angriffskante versehen sein, weil der Widerstand des Metalls lange Angriffskanten nicht gestattet, wenn der Arbeiter nicht zu schnell ermüden soll. In vielen Fällen, z. B. bei Gold- und Silberarbeitern, Ziseleuren, Gürtlern etc. schreibt die Art der Arbeit ohne weiteres kurze Kanten vor. Die Kanten sind fast nur geradlinig oder konvex, weil mit geraden Kanten sich auch runde Gegenstände abschaben lassen.

Aus Zweckmässigkeitsgründen haben die Schaber mancherlei Gestalt erhalten.

1) Viereckige (vierschneidige) Schaber (Ebarboir, *Four-square scraper*) von quadratischem Querschnitt werden gewöhnlich durch Abschleifen einer abgenutzten vierkantigen, etwa 50 bis 150 mm. langen Feile hergestellt, und in ein Feilenheft gesteckt.

2) Dreieckige (dreischneidige) Schaber (Grattoir, *Three-square scraper*) erhält man auf dieselbe Weise aus dreieckigen Spitzfeilen.

3) Zweieckige (zweischneidige) Schaber können aus alten Vogelzungenfeilen durch Wegschleifen der runden Flächen, in der Weise, dass der Querschnitt lanzett- oder dolchartig wird, erzeugt werden.

Bei diesen drei Arten, wovon die dritte wegen zu scharfer Schneiden, die leicht in das Metall eingedrückt werden, selten angewendet wird, sind die Kanten entweder geradlinig oder auch ein wenig konvex. — Um das Anschleifen zu erleichtern (nicht um die Schärfe zu erhöhen) sind die Flanken dieser Schaber oft etwas ausgehöhlt (Hohlschaber, *Fluted scraper*).

4) Schabeisen (Schaber). Dieser Schaber bildet ein glattes, etwa 50 mm. langes, 30 mm. hohes und 5 mm. dickes Stahlstück, dessen eine Längskante geradlinig, konvex oder konkav und zum Schaben ausgebildet ist. Dieser Kante gegenüber sitzt eine stumpfe Angel zur Befestigung des Schabers in einem Griff, der verschieden angeordnet ist. Soll er z. B. das Arbeiten in Gefässen (bei Kupferschmiedarbeiten etc.) gestatten, so bildet er eine Fortsetzung der Angel. Will man damit ausser einer sicheren Führung auch einen kräftigen Druck erhalten, so besteht er aus einer runden Stange a b, Fig. 341, welche etwa in der Mitte zur Aufnahme des Schabers c eine länglich viereckige Oeffnung hat, und an einem Ende einen Haken a, mit dem sie in eine feste Oese e an der Werkbank eingehakt wird. Das andere Ende b bekommt einen hölzernen Griff g zum Anfassen. Somit bildet diese Stange einen einfachen, um den Haken a drehbaren Hebel, der durch den Griff bewegt wird, eine sichere Führung hat, und einen um das Hebellängenverhältniss vergrösserten Druck ausübt.

Fig. 341.

5) Hakenschaber. Die Hakenschaber sind solche Schaber, deren

Angel rechtwinklig gegen die Schaberfläche stehen. Sie sind namentlich in engen Gefässen sehr brauchbar, weshalb die Angel oft ziemlich lang wird. Gewöhnlich haben die letzteren eine Länge von 100 bis 150 mm.

B. Reibahlen, Räumer, Ausreiber.[1]) (Alésoir, Ecarrissoir, Equarrissoir, Broche, *Rimer*, *Broache*, *Rosebit*, *Opening bit.*)

Bereits Seite 318 ist erwähnt worden, dass man in vielen Fällen genöthigt ist, gebohrte Löcher durch Abnehmen dünner Späne auf bestimmte Dimensionen zu bringen, genau zu runden und zu glätten, namentlich aus dem Grunde, um sie zur Aufnahme von Vollzylindern (Befestigungsschrauben, Zapfen etc.) geeignet zu machen, welche letztere in diesen Löchern eine leichte sichere Bewegung durch einen guten Umschluss erhalten sollen. Auch stehen dem Arbeiter nicht immer Bohrer zur Verfügung, welche genau so dimensionirt sind, dass die verlangte Lochweite entsteht: dann bohrt man die Löcher etwas kleiner und erweitert sie. Zu solchen Erweiterungen vermittelst Wegnahme dünner Spänchen (Ausräumen, Aufräumen, Aufreiben, Aléser, Ecarrir, Equarrir, *Broaching*) eignen sich nun aus oben angegebenen Gründen ebenfalls vorzüglich schabende Werkzeuge, welche den am Kopfe stehenden Namen führen und wesentlich in Stahlstäben oder Stäbchen bestehen, welche an der Seite schabende Kanten besitzen und in die Löcher eingeführt durch Drehung, wie Parallelbohrer, an der Wandfläche schabend arbeiten.

Damit eine Reibahle gehörig zur Wirkung kommt, ist der Schneidwinkel zunächst grösser als 90° zu machen und die Gestalt derselben so anzuordnen, dass sie sich dem Loche anschliesst und der sicheren Führung wegen darin eine Anzahl Berührungslinien hat. Wenn nun zwar drei nicht in einer Ebene liegende, gerade, parallele Linien einen Zylinder festlegen, und wenn daher scheinbar drei solcher Kanten genügen, um eine sichere Führung herbeizuführen, so ist in Wirklichkeit eine solche Führung nicht ausreichend und eine dreikantige Reibahle unbrauchbar, weil die scharfen Kanten sich viel zu leicht in das Metall eindrücken. Dasselbe ist sogar noch von denjenigen Reibahlen zu sagen, welche einen quadratischen Querschnitt haben, trotzdem in diesem Falle der Schabwinkel schon $90 + 45 = 135$ Grad beträgt und schon vier Berührungslinien für die Führung vorhanden sind. Ueberhaupt ist leicht ersichtlich, dass die Sicherheit in der Führung leidet, wenn die Führungskanten (die fast stets auch die Schabkanten bilden) sich diametral gegenüber liegen, d. h. wenn der Querschnitt ein regelmässiges Polygon von gerader Seitenzahl ist. Deshalb ist es Regel, den Reibahlen den Querschnitt eines regelmässigen Polygons von ungerader Seitenzahl zu geben (Fünfeck, Siebeneck u. s. w.), wenn nicht eine sehr grosse Anzahl Führungslinien z. B. über 13 beliebt wird, weil hier wegen des besonders dichten Anschlusses an die Wand die eben genänten Rücksichten wegfallen.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei den Reibahlen ist die Längenbeschaffenheit, welche denselben eine keilartige Wirkung geben muss, weil nur dadurch das Angreifen überhaupt möglich wird, da ja bei einer prismatischen Form ein Druck in der Achsenrichtung keinen Seitendruck, also keinen Druck in radialer Richtung zu erzeugen vermag. Deshalb sind die Reibahlen stets verjüngt, d. h. als Pyramiden zu gestalten. Damit sich aber diese pyramidale Form bei ihrer Drehung der zylindrischen Oeffnung möglichst genau anschliesst, so beträgt die Verjüngung höcqstens

1) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. I. S. 285.

1 bis 2 Grad. — Zum Ausräumen konischer Löcher entspricht die Verjüngung der Konizität.

Um mit den schlank verjüngten Reibahlen Löcher zu erzeugen, die in der Längenerstreckung von der Zylindergestalt möglichst wenig abweichen, so führt man die Reibahlen wenn thunlich nach und nach von beiden Seiten in das Loch ein.

Höchst verschieden ist die Grösse der Reibahlen sowohl in Dicke als Länge. Während die kleinsten Reibahlen für Uhrmacher zum Ausreiben der Zapfenlöcher bis auf 0,25 mm. im Durchmesser und 15 mm. in der Länge abwärts steigen, wächst andererseits der Durchmesser bis 50 mm. und die Länge bis 250 mm. Ueberhaupt sind die Reibahlen bezüglich ihrer Grössenverhältnisse so anzuordnen, dass sie eine ununterbrochene Reihe bilden, die man sich dadurch enstanden denken kann, dass eine sehr lange Reibahle der Länge nach in eine Anzahl Theile zerschnitten ist. (Unter der Annahme, dass die Verjüngung einen Grad beträgt, ist das Verhältniss des Durchmessers zur Länge $\frac{1}{58}$. Ist nun 50 mm. der äusserste Durchmesser, so müsste eine so zu theilende Reibahle also 2900 mm. lang sein. Man ist dann aber auch damit im Stande, sämmtliche Lochweiten zwischen etwa 0,05 mm. bis 50 mm. herzustellen). Eine Reihe auf einander folgender Reibahlen bilden einen Satz. — Zum bequemen Drehen besitzen die Reibahlen ein einfaches Heft, das auf einer vierkantigen Angel steckt; nur sehr grosse Reibahlen werden mit dem Wendeisen gedreht.

Je nach der Anzahl Schneiden und dem damit zusammenhängenden Querschnitt unterscheidet man wesentlich folgende Arten.

1. Eckige Reibahlen. Unter diesen Reibahlen, deren Querschnitt ein regelmässiges Polygon ist, bilden die fünfeckigen die Regel, weil sie eine gute Führung und einen sehr passenden Schabwinkel (144 Grad) haben. 3, 4, 6, 7 eckige sind verwerflich, entweder wegen eines zu grossen oder eines zu kleinen Kantenwinkels.

Vielfach jedoch vermehrt man die Zahl der Schabkanten und der Führungen dadurch, dass man die Oberfläche wie bei den Senkern, Fig. 204 B, S. 204, mit dreieckigen Einkerbungen versieht (Geriffelte, gekerbte Reibahlen), so dass dreieckige Kanten stehen bleiben. Haben diese einen Kantenwinkel von 60 Grad, ist der Schabwinkel $90 + 30 = 120$ Grad. Diese Räumer greifen vorzüglich an, einmal wegen des günstigen Winkels und dann wegen der grossen Anzahl von Schneiden, die 20 und mehr beträgt. Oft sind diese Räumer auch schraubenartig gewunden (gewundene Reibahlen), wodurch die bereits S. 306 erwähnten Vortheile entstehen.

2. Runde Reibahlen. Diese besitzen einen mehr oder weniger grossen Kreisabschnitt zum Querschnitt und eine oder mehrere Schneiden. Ist nur eine Schneide vorhanden, so wird die dadurch erzeugt, dass man auf der Oberfläche der kreisrunden Reibahle eine Furche einarbeitet, welche eine fast radial gestellte Fläche besitzt. — Eine Reibahle, deren Querschnitt ein Kreisabschnitt ist, hat zwei Schneiden, wovon jedoch nur immer die eine zur Wirkung gelangt. — Sehr empfehlenswerth sind wegen ihrer vorzüglichen Führung diejenigen Reibahlen, deren Querschnitt aus einem Halbzylinder und der Hälfte eines fünf- oder sechseckigen Prismas zusammengesetzt sind. —

Da man wegen der verschiedenen Lochweiten, die ausgeräumt werden müssen, einer grossen Anzahl Räumer bedarf, so hat man sog. expandirbare Räumer erdacht, welche radial verstellbare Schneiden besitzen [1]).

---

1) Polyt. Centr., 1850. S. 1093. — Dingler's Journ., Bd. 117. S. 13.

IV. **Anfertigung der Schrauben** [1]).

Zu den unentbehrlichsten Gegenständen der Technik gehört die Schraube (Vis, *Screw*), nicht nur als festhaltendes Mittel (Befestigungsschraube), sondern auch als machinales Bewegungs- und Kraftmultiplikations-Organ (Bewegungsschrauben und Presschrauben).

Wegen ihrer Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit mag daher hier die Fabrikation der Schrauben abgehandelt werden, um zugleich durch einen speziellen Fall klar zu stellen, wie die in den vorigen Kapiteln abgehandelten Lehren von der Bearbeitung der Metalle und des Holzes zur Anwendung gebracht werden, und wie durch Kombinationen und Modifikationen derselben wichtige Erfolge zu erzielen sind.

Die Schraube bietet nicht nur in hohem Grade ein geometrisches sowie ein mechanisches (statisches, dynamisches und kinematisches) [2]) sondern auch ein besonderes technologisches Interesse. —

Wenn auf der Oberfläche eines massiven Zylinders oder im Innern eines Hohlzylinders ein Punkt sich in der Weise bewegt, dass derselbe unter konstantem Winkel von seiner Bewegungsrichtung abgelenkt wird, so ist nach geometrischer Definition die Bahn des Punktes eine Schraubenlinie und dasjenige Stück der Bahn, welches einmal um den Zylinder herumgeht, ein Schraubengang, (Gewindgang, Pas, *Thread*). Derjenige Winkel, nach welchem die Ablenkung stattfindet, heisst der Steigungswinkel und die Entfernung zweier Punkte einer Schraubenlinie, gemessen auf der Zylinderfläche durch eine gerade Linie, die parallel der Achse liegt, wird die Steigung der Schraube genannt. — Wickelt man die Zylinderfläche ab, so ist leicht zu erkennen, dass, wenn der Neigungswinkel mit α, die Steigung mit s und der Zylinderhalbmesser mit r bezeichnet wird, die Beziehung stattfindet

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{2\,r\,\pi}$$

welches das Steigungsverhältniss genannt wird.

Legt man nun um den Massivzylinder und in den Hohlzylinder längs der Schraubenlinie einen prismatischen Stab, so entsteht das eigentliche Schraubengewinde, (Gewinde, Filet, *Worm*) und derjenige Körper, den man die Schraube nennt und der also stets aus zwei zusammengehörenden Theilen bestehen muss: aus dem massiven Zylinder mit auswendigem Gewinde und einem Hohlzylinder mit inwendigem Gewinde und zwar in der Art, dass der letztere den ersteren umschliesst. Damit dieses aber stattfindet, müssen die Gewinde zur gegenseitigen Aufnahme zwischen sich einen Raum freilassen. Dieser Zwischenraum bildet die vertieften Schraubengänge zur Beherbergung der erhöhten Schraubengänge. —

Der massive Zylinder mit auswendigem Gewinde heisst speziell die Schraubenspindel, (Massivschraube, auswendige Schraube, Spindel, Vis, *Screw*). Der Hohlzylinder mit inwendigem Gewinde wird die Schraubenmutter, (Hohlschraube, inwendige Schraube, Mutter, Ecrou, *Nut*, *Screw-nut*, *Female screw*) genannt.

Ausserdem führt der Zylinder ohne die umgelegten Gewinde den Namen Kern, (Noyau); die in der Achsenrichtung der Schraube und auf dem Kern gemessene Dicke eines erhöhten Ganges ist die Gangbreite, welche

---

1) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. I. S. 310 u. 742. — Technol. Encyklop., Bd. XIII. Artikel Schrauben. — Wiebe, Masch.-Baum., S. 597. 2) Reuleaux, Construkteur, 3. Aufl. S. 145. — Reuleaux, Kinematik, Braunschweig 1875. S. 279 u. 421. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1860. S. 289; 1875. S. 775. — Polyt. Centr., 1870. S. 19. — Dingler's Journ., Bd. 163. S. 14.

mit der in derselben Weise gemessenen Dimension des vertieften Ganges die Ganghöhe, (Pas, *Pitch*) ausmacht. Die Dicke des erhöhten Ganges in radialer Richtung gemessen, also der Unterschied zwischen dem Halbmesser der äusseren Gewindkante und demjenigen des Kerns bildet die Tiefe des Gewindes. — Zwischen Gangbreite und Ganghöhe bestehen verschiedene Verhältnisse, so zwar, dass oft die Gangbreite der Ganghöhe gleich, ebenso oft aber nur ein Theil derselben ist. Wird z. B. der hohe Gang durch ein prismatisches Stäbchen vom Querschnitt eines gleichseitigen Dreiecks gebildet, welches so herumgewickelt wird, dass die Kanten sich auf dem Kern an einander legen, so ist die Gangbreite der Ganghöhe gleich; ist das Stäbchen quadratisch, also auch der vertiefte Gang für Aufnahme des ebenfalls quadratischen Muttergewindes, quadratisch, so wird die Gangbreite gleich der halben Ganghöhe; besteht endlich der hohe Gang aus einem dünnen breiten Stäbchen, das mit der schmalen Kante an dem Kern liegt, wie bei den bekannten Holzschrauben, so ist die Gangbreite mitunter nur gleich $^1/_5$ der Ganghöhe. —

Bei einer Gattung von Schrauben liegt das Gewinde nicht auf einem Zylinder, sondern auf einem Kegel (konische Schrauben). Zu diesen Schrauben kann es, wegen der verschiedenen Durchmesser, eigentliche Muttern nicht geben. Sie finden daher auch nur Verwendung, um in weiches Material (Holz) eingedreht zu werden, (Holzschrauben, Vis à bois, Clou à vis, *Wood screw*), wobei die Dickenabnahme nach dem Ende zu das Eindrehen wesentlich unterstützt. In diesem Falle wird die zugehörige Mutter jedesmal von der Schraube selbst dadurch gebildet, dass sich der erhöhte Gang in das Material eindrängt: weshalb letztere die oben angedeutete Beschaffenheit des Gewindes «grosse Gangtiefe und geringe Gangbreite» hat.

Selbstverständlich kann der Querschnitt des Ganges sehr verschieden sein, da man ja jedes beliebige prismatische Stäbchen um den Kern winden kann. Die Praxis beschränkt sich jedoch auf einige einfache Querschnitte, welche den Schrauben folgende hierauf bezügliche Benennungen geben.

1) Scharfgängige Schrauben, (Filet triangulaire, *Angular thread*, *Triangular thread*). Bei den Metallschrauben dieser Art ist der Querschnitt des Gewindes ein Dreieck (scharfes, dreieckiges Gewinde) und zwar entweder ein gleichschenklig spitz- oder gleichschenklig rechtwinkliges. Die erste Form ist die gebräuchlichste aller Gewindeformen. Der Spitzenwinkel des Dreiecks beträgt gewöhnlich (bei Whitworth's System) 55° oder auch (nach dem Sellers'schen System) 60°, so dass im letzteren Falle das Dreieck ein gleichseitiges wird, während bei dem ersten System die Basis fast gleich der Höhe, oder die Gangbreite fast gleich der Gangtiefe wird, weil die Basis an dem Kern liegt. — Wäre die Basis gleich der Höhe, so würde der Spitzenwinkel fast genau 53° sein, eine Grösse, die sich auch sehr oft findet. — Bei den Holzschrauben ist das Verhältniss der Dreiecksbasis zur Höhe etwa 1:2, so dass der Spitzenwinkel ungefähr 28° beträgt, wodurch es möglich wird, dass sich die Gänge leicht ins Holz einschneiden. — Nur in einzelnen Fällen kommen Gewinde von gleichschenklig-rechtwinklig-dreieckigem Querschnitt vor, wobei die eine Kathete an dem Kern liegt und die zweite radial steht und demnach eine Druckfläche des Gewindes darbietet, die den in die Achsenrichtung fallenden Druck rechtwinklig aufnimmt, und dadurch ein Einkeilen der Gewindegänge vermeidet. Der Druck soll dann auch nur einseitig sein, wie bei Pressen, Stellschrauben an Walzwerken, Supportschrauben und dergl.

Die aus Holz angefertigten Schrauben haben ausnahmslos dreieckige Gewinde mit einem Spitzenwinkel von 60 bis 90°.

Die scharfen Kanten der erhöhten und vertieften Gänge werden sehr oft — bei hölzernen Schrauben, mit Ausnahme der kleinsten, immer — fortgenommen, um ein gegenseitiges Einschneiden und ein Ausbrechen — das namentlich bei Holz so leicht eintritt — zu verhindern. Gewöhnlich geschieht dies dadurch, dass man diese Kanten etwas abrundet oder abflacht, und zwar um $^1/_8$ bis $^1/_6$ der Gangtiefe.

Bei den scharfen Gewinden bietet sich noch das Eigenthümliche dar, dass zwischen den hohen Gängen an der Kernoberfläche kein Zwischenraum vorhanden ist, diese vielmehr in der Gesammtfläche als Anhaftefläche dient.

2. Flachgängige Schrauben. Das Gewinde dieser Schrauben hat einen rechteckigen Querschnitt (flaches Gewinde, Filet carré, *Square thread*). Die Gewindbreite ist stets gleich der halben Gewindhöhe und die Gewindtiefe in der Regel gleich der Gewindbreite, so dass der Querschnitt quadratisch wird; mitunter aber ist die Tiefe auch wohl etwa, um $^1/_8$ bis $^1/_6$, grösser als die Breite, um grössere Druckflächen zu erhalten, wodurch die Abnutzung geringer wird, was bei Führungsschrauben wichtig ist (hochflachgängig).

Die hölzernen Schrauben erhalten wegen der leichten Spaltbarkeit des Holzes niemals flache Gewinde.

Den scharfgängigen Schrauben gegenüber besitzen die flachgängigen andere mechanische Eigenschaften. Zunächst sind ihre Druckflächen normal gegen die Druckrichtungen gestellt, wodurch eine Kraftzerlegung, wie bei den scharfen Gewinden, also die keilförmige Wirkung wegfällt, weshalb die flachen Gewinde bei Uebertragungen grösserer Kräfte den Vorzug verdienen (bei Pressen S. 159, Schraubstöcken S. 53, Durchschnitten S. 228). Da bei den flachen Gewinden zwischen je zwei Gängen auf dem Kern eine Fläche frei bleibt, so ist ihre Anhaftefläche unter gleichen Verhältnissen nur halb so gross, als bei den scharfgängigen Schrauben. Um daher den gleichen Widerstand gegen Abscherung zu haben, muss die Zahl der den Druck aufnehmenden Gänge auch eigentlich doppelt so gross, also die Mutter doppelt so hoch sein; oft begnügt man sich mit anderthalbfacher Höhe der Mutter. — Man sieht, dass die oben erwähnten Schrauben mit Gewinde aus einem rechtwinkligen Dreieck bezüglich ihrer mechanischen Wirkung zwischen den flach- und den scharfgängigen liegen.

3. Rundgängige Schrauben. Wenn die hohen und vertieften Gänge einer hochflachgängigen Schraube nach Kreisabschnitten oder Halbkreisen abgerundet werden, so entstehen die rundgängigen Schrauben mit rundem Gewinde (Filet arrondi, *Round thread*), die bei Presschrauben (namentlich aus Bronze) oft Anwendung finden. Zu dieser Gattung von Schrauben gehören auch diejenigen, welche durch Verwinden von Triebstahldraht entstehen und bei den Bohrgeräthen mit steiler Schraube (Fig. 316 E, S. 307) in Anwendung sind.

Der Steigungswinkel α der Schraube kann natürlich sehr verschieden sein und ist auch sehr verschieden, je nach der Bestimmung der Schraube, weil dieser Winkel von besonderem Einfluss auf die mechanischen und kinematischen Verhältnisse der Schraube ist.

Ist der Winkel $\alpha < 90^0$, so dass die Schraubenlinie in der Richtung von links nach rechts aufsteigt: so heisst das Gewinde ein rechtes; ist der Winkel $\alpha > 90^0$, so muss das Gewinde von rechts nach links aufsteigen, dasselbe ist ein linkes. Danach kennzeichnen sich dann auch die rechtsgängigen, (rechte, Vis filetée à droite, *Right-hand screw*) und die linksgängigen, (linke, Vis filetée à gauche, *Left-hand screw*)

Schrauben. Die linksgängigen Schrauben kommen nur selten, nämlich nur dann vor, wenn die Bewegungsrichtung sie fordert. Bei der S. 253 dargestellten Hobelmaschine z. B. ist die rechts liegende Schraube linksgängig; damit an dem linken Ende der Wagenachsen die Schraubenmutter sich nicht abdreht, ist das Gewinde linksgängig zu machen; — aus demselben Grunde wird auf die Spindel der Watermaschine der Flügel mit linkem Gewinde aufgeschraubt; — die gewundenen Bohrstangen S. 307 Fig. 316 E sind linksgängig, damit beim Niederdrücken der Mutter der Bohrer sich richtig dreht u. s. w. In manchen Fällen werden linke und rechte Schrauben kombinirt, d. h. die eine Hälfte der Schraube rechts-, die andere linksgängig gemacht; bei einer Drehrichtung der Schraube nähern sich dann die Muttern, bei der anderen entfernen sie sich. Beispiele sind: der S. 228 Fig. 261 dargestellte Handdurchstoss, die Schraube an der Meyer'schen Expansionssteuerung [1]), eine Art pharmazeutische Presse. Eine andere Kombination besteht darin, dass ein linkes Gewinde auf derselben Spindel das rechte durchkreuzt (recht-linke Schraube), wo dann durch Hin- und Herschieben einer rechten und linken Mutter die Schraube einseitig gedreht wird, oder umgekehrt durch einseitige Drehung der Schraube ein Stift, der in den vertieften Gang tritt, sich hin und her bewegt. Fadenführer an Spinn- und Spulmaschinen werden so längs der Spule hin und her geschoben.

Die rechtsgängigen Schrauben bilden die Regel, so dass auch im Folgenden vorzüglich von diesen die Rede sein soll.

In Bezug auf die Grösse des Steigungswinkels ist noch zu bemerken, dass hiervon namentlich die Beweglichkeit der Schraube in der Mutter und umgekehrt abhängt, weshalb bei Befestigungsschrauben, Presschrauben etc. der Steigungswinkel immer sehr klein und zwar bedeutend kleiner als der Reibungswinkel ist. — Ist der Winkel gross, so nennt man die Schraube stark ansteigend oder steil (stark ansteigendes oder steiles Gewinde).

Das Verhältniss zwischen der Gangbreite h der Schraube zu einer bestimmten Länge derselben wird die Feinheit, (*Rate*) der Schraube genannt, die also ausgedrückt wird durch die Zahl, welche angiebt, wie viel Gänge auf eine Längeneinheit, z. B. 25 mm. oder 1 cm. gehen. In dieser Feinheit sind nun die Schrauben äusserst verschieden. Es giebt scharfgängige Schrauben mit 0,5 mm. bis hinauf zu 50 mm. Gangbreite, so dass im ersteren Falle die Feinheit mit 50, im anderen mit 0,5 zu bezeichnen wäre, wenn 25 mm. zur Längeneinheit gewählt ist. — Bei gegebenem Steigungswinkel steht offenbar die Feinheit der Schraube in einer bestimmten Beziehung zu dem Schraubendurchmesser, weil ja die Steigung s, wovon die Gangbreite ein proportionaler Theil ist, sich bestimmt durch

$$s = \operatorname{tg} \alpha \, . \, d \, \pi$$

d. h. die Feinheit bei gleichem Steigungswinkel ist dem Schraubendurchmesser proportional.

In der Praxis nimmt man in Millimetern für die scharfgängigen Befestigungsschrauben gewöhnlich:

$$s = 1 + 0{,}08 \, d,$$

für flachgängige Befestigungsschrauben:

$$s = 2 + 0{,}09 \, d,$$

und für Presschrauben:

$$s = \frac{d}{5}.$$

---

1) Rühlmann, allg. Masch.-Lehre, Bd. 1 S. 446.

Bei den gewöhnlichen scharfgängigen Schrauben ist nun s zugleich die Gangbreite, bei den flachgängigen aber ist die Gangbreite h gleich $\frac{s}{2}$, so dass stattfinden sollte für gewöhnliche flachgängige Schrauben:

$$h = 1 + 0{,}045\ d,$$

für flachgängige Presschrauben:

$$h = \frac{d}{10}.$$

In diesen Fällen aber wird endlich für scharfgängige Schrauben:

$$\operatorname{tg} \alpha\ d\ \pi = 1 + 0{,}08\ d,$$

also z. B. für die Annahme von $d = 20$ mm. wird der Steigungswinkel $2^\circ 22'$ und für $d = 50$ mm. wird $\alpha = 1^\circ 50'$; ferner für flachgängige Schrauben:

$$\operatorname{tg} \alpha\ d\ \pi = 1 + 0{,}045\ d,$$

daher z. B. für $d = 30$ mm., also $\alpha = 1^\circ 25'$ und für $d = 75$ wird $\alpha = 1^\circ 4'$.

Für die grossen Presschrauben ist

$$\operatorname{tg} \alpha\ d\ \pi = \frac{d}{5}$$

also der Winkel konstant und zwar:

$$\alpha = 3^\circ 39'.$$

Whitworth'sche Schrauben-Skale für Befestigungsschrauben mit scharfem Gewinde.

Durchmesser.			Kern-drchm.	Anzahl der Gewinde		Durchmesser.			Kern-drchm.	Anzahl der Gewinde	
Zoll engl.	Zoll. rheinl.	Milli-meter	Zoll engl.	auf eine Länge gleich dem Drchm.	auf 1 Zoll engl.	Zoll engl.	Zoll. rheinl.	Milli-meter.	Zoll engl.	auf eine Länge gleich dem Drchm.	auf 1 Zoll engl.
1/4	0,243	6,4	0,186	5	20	2 1/4	2,185	57,1	1,930	9	4
5/16	0,303	7,9	0,241	5 5/8	18	2 1/2	2,428	63,5	2,180	10	4
3/8	0,364	9,5	0,295	6	16	2 3/4	2,671	69,8	2,384	9 5/8	3 1/2
7/16	0,425	11,1	0,346	6 1/8	14	3	2,913	76,2	2,634	10 1/2	3 1/2
1/2	0,486	12,7	0,393	6	12	3 1/4	3,156	82,5	2,857	10 9/16	3 1/4
5/8	0,607	15,9	0,509	6 7/8	11	3 1/2	3,399	88,9	3,107	11 3/8	3 1/4
3/4	0,728	19,0	0,622	7 1/2	10	3 3/4	3,642	95,2	3,323	11 1/4	3
7/8	0,850	22,2	0,733	7 7/8	9	4	3,885	101,6	3,573	12	3
1	0,971	25,4	0,840	8	8	4 1/4	4,127	107,9	3,805	12 7/32	2 7/8
1 1/8	1,092	28,6	0,942	7 7/8	7	4 1/2	4,370	114,3	4,055	12 15/16	2 7/8
1 1/4	1,214	31,7	1,067	8 3/4	7	4 3/4	4,613	120,6	4,285	13 1/16	2 3/4
1 3/8	1,335	34,9	1,162	8 1/4	6	5	4,856	127,0	4,535	13 3/4	2 3/4
1 1/2	1,457	38,1	1,287	9	6	5 1/4	5,098	133,3	4,790	13 25/32	2 5/8
1 5/8	1,578	41,3	1,369	8 1/8	5	5 1/2	5,341	139,7	5,020	14 7/16	2 5/8
1 3/4	1,700	44,4	1,494	8 3/4	5	5 3/4	5,584	146,0	5,238	14 3/8	2 1/2
1 7/8	1,821	47,6	1,591	8 7/16	4 1/2	6	5,827	152,4	5,488	15	2 1/2
2	1,942	50,8	1,716	9	4 1/2						

Für Schrauben mit flachgängigem Gewinde nehme man die Anzahl der Gewinde halb so gross als für Schrauben mit scharfem Gewinde.

Das oben angegebene Verhältniss zwischen Gangbreite und Durchmesser ist für Schrauben von etwa 10 mm. Durchmesser aufwärts verwendbar. Für dünnere Schrauben wird die Theilung etwas zu gross, (die Gewinde werden zu grob) weshalb man hier ein anderes Verhältniss einführt. — Es sind dazu folgende Systeme in Vorschlag gebracht.

Schrauben-Skale für Schrauben zu mechanischen und optischen Instrumenten, nach Karmarsch.			nach Ducommun.	
Durchmesser der Schrauben. Millimeter.	Anzahl der Gänge auf 1 Centim.		Durchmesser Millimeter.	Steigung Millimeter.
	für grobes Gew.	für feines Gew.		
4	12	24	3	0,50
5	10	20	4	0,75
6	9	18	5	0,75
8	8	16	6	1,00
10	6	12	7	1,25
			8	1,25
			9	1,5
			10	1,5

Besondere Aenderungen erleidet dieses Verhältniss bei den sogenannten erweiterten Schrauben, an welchen die Durchmesser bedeutend grösser sind, weil der Kern hohl ist, also bei Schrauben auf Röhren (Gasröhren, Wasserleitungsröhren etc.) an Stopfbüchsen, an Verschlusskapseln u. s. w. — Im Allgemeinen bestimmt man das Verhältniss nach einer der oben angegebenen Regeln in der Weise, dass man den Querschnitt der Röhrenwand in einen massiven Kreisquerschnitt verwandelt und diesen der Theilung zu Grunde legt.

Für schmiedeiserne Gasröhren ist hiernach folgende gebräuchliche Skale entstanden, und in dem üblichen englischen Mass (Zoll) angegeben.

Innerer Durchmesser	$^1/_8$	$^1/_4$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$	$1^3/_4$	2
Aeusserer Durchmesser	$^1/_4$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^{13}/_{16}$	$^{32}/_{32}$	$1^5/_{16}$	$1^9/_{16}$	$1^{13}/_{16}$	$1^{31}/_{32}$	$2^3/_8$
Zahl der Gänge auf 1 Zoll	28	19	19	14	14	11	11	11	11	11

Wenn eine Schraube sehr steil ansteigt und wenn deshalb nur wenig Gänge auf eine Längeneinheit kommen, so muss man die Gangbreite sehr gross machen, um die zur Hervorbringung des Widerstandes gegen Abscherung erforderliche Anhaftefläche zu erhalten. Diese Anordnung aber bringt zwischen Mutter und Spindel leicht eine störende Beweglichkeit hervor. Man umgeht sie daher, indem man den sehr breiten, hohen und tiefen Gang in mehrere Theile theilt, und nun einen schmalen hohen Gang mit einem schmalen tiefen Gang abwechselt. Es entsteht dadurch eine Schraube, welche mit mehreren, in gleicher Entfernung neben einander herlaufenden Gewinden versehen ist und darum auch mehrfache Schraube genannt wird gegenüber der einfachen mit einem Gewinde. — Die Bezeichnung doppelte (zweifache), dreifache, mehrfache etc. Schraube, oder doppeltes, (Vis à deux filets, V. à double pas, *Double thread*) dreifaches (V. à trois filets, V. à triple pas, *Triple thread*), mehrfaches (V. à plusieurs filets, *Multiplex thread*), Gewinde erklärt sich hiernach von selbst. — Die Anwendung steiler also mehrfacher Schrauben findet immer dann Statt, wenn durch eine kleine Bogenbewegung der Schraube eine

grosse Längsbewegung der Mutter oder der Spindel in der Mutter erfolgen soll. Ist s die Steigung der Schraube, so ist bei einer Umdrehung derselben auch s die Längsverschiebung; ist die Steigung aber n s, so findet eine Verschiebung s bei $\frac{1}{n}$ Umdrehung oder bei einem Drehwinkel von $\frac{360}{n}$ Grad Statt. Angenommen z. B. es soll eine Schraube bei 120° Drehung 15 mm. Verschiebung veranlassen, so ist die Steigung $s = 15 . \frac{360}{120}$ = 45 mm. zu machen. Nach den gewöhnlichen Regeln würde bei einer flachgängigen Schraube die Gewindbreite also $\frac{s}{2}$ = 25,5 mm. sein und der Durchmesser der Spindel d = 5 s = 225 mm. werden. Wenn aber der Steigungswinkel gleichzeitig z. B. 6° betrüge, so würde

$$d = \frac{s}{\text{tg } \alpha . \pi} = \frac{45}{3{,}14 . 0{,}105} = 136 \text{ mm. sein.}$$

Die Ganghöhe h wäre aber dann 13,6 mm., oder hoher und tiefer Gang zusammengenommen 27,2 mm. — Da aber der Umfang der Spindel 136 . π = 427 mm. ist, so würde statt der einfachen Schraube hier eine 15fache anzuwenden sein. Nähme man aber in diesem Falle eine Spindel von 75 mm. Durchmesser und eine Ganghöhe von 7,5 mm., so dass hoher Gang + tiefer Gang = 15 mm. werden und eine dreifache Schraube, so wird der Steigungswinkel etwa 10°.

Je nach der Bestimmung der Schrauben kann der Grad der Vollkommenheit oder Genauigkeit derselben selbstverständlich ziemlich verschieden sein. Im Allgemeinen ist jedoch, wenn die Stärke der Gänge, die Steigung, der Spindeldurchmesser, die Mutterhöhe u. s. w. bestimmt ist, bei der Herstellung besonders dahin zu streben, dass diese Vorschriften genau eingehalten werden. Weitere nothwendige Anforderungen an gute Schrauben sind: glatte, nicht splitterige ausgebrochene Gänge und ein gehöriges Zusammenpassen zwischen Mutter und Spindel, so dass sie weder in einander schlottern, noch sich festklemmen. Dies setzt voraus, dass die Gewindgänge an jeder Stelle der Schraube nicht nur unter sich, sondern auch den Muttergängen vollständig gleich sind, woraus weiter folgt, dass nur dann eine Schraube als vollkommen angesehen werden kann, wenn eine bestimmte Anzahl von Gängen unter sich gleich sind und auf eine genau abgemessene Länge der Spindel kommen. — Eine solche vollkommene Schraube wird bei der geringsten Drehung sofort eine entsprechende Längenverschiebung erleiden. Bei einer Schraube jedoch, die nicht überall auf das Genaueste mit der Mutter zusammenpasst, wird eine kleine Drehung ausgeführt werden können, bevor ihre Gänge sich innig an diejenigen der Mutter anschliessen, sie wird also nicht gleichzeitig mit Beginn der Drehung eine Verschiebung erhalten. Dieser Theil der Drehung, welcher ausgeführt werden kann, bis Schraube und Mutter in innige Berührung kommen, ist der todte oder leere Gang (Temps perdu, *Loss of time*, *End play*) der Schraube. Ausser der ungleichmässigen Vertheilung der Gänge kann der todte Gang noch verursacht werden durch Verschiedenheit in der Dicke der Spindel und durch ein Krümmen der Spindel. Nun aber bildet die Schraube ein vorzügliches Mittel zu Abmessungen und zu feinen Einstellungen (Mikrometerschraube) und findet als solches eine ausserordentlich häufige Verwendung, z. B. an geodätischen und physikalischen Instrumenten, an Messwerkzeugen (Zirkel S. 59 Fig. 44 bis 46, Stangenzirkel S. 60, Fig. 47 bis 49; Drahtlehre

S. 63 Fig. 59, Schublehre S. 66 Fig. 67 geben Beispiele) an Theilmaschinen etc. Eine Umdrehung der Schraube entspricht ja der Verschiebung um die Steigung s, weshalb eine in 360° getheilte Scheibe an der Schraube schon eine Verschiebung $\frac{s}{360}$ abzulesen gestattet, also wenn $s = 1$ mm., noch $\frac{1}{360}$ mm., unter der Voraussetzung, dass kein todter Gang vorhanden ist. Daher muss bei Herstellung von Schrauben zu solchen genannten und ähnlichen Bestimmungen besonders auf die Beseitigung des todten Ganges gesehen werden, was bei den gewöhnlichen Befestigungsschrauben nur bis zu einem gewissen Grade erforderlich ist.

So wie zu jeder Schraube zwei Theile, die Spindel und die Mutter gehören, so zerfällt auch die Erzeugung einer Schraube in die Anfertigung der Spindel oder Massivschraube und die Anfertigung der Mutter.

A. Anfertigung der Massivschraube.

Handelt es sich hierbei zunächst um die Anfertigung von metallenen Schrauben, so kann dieselbe stattfinden entweder 1) durch Giessen oder 2) durch Schmieden in Gesenken oder 3) dadurch, dass man um den Kern einen entsprechend geformten Stab nach der Schraubenlinie herumwickelt und sodann damit fest verbindet, oder endlich 4) dadurch, dass man aus einem Massiv-Zylinder an der Oberfläche die vertieften Gänge ausarbeitet. — Bei hölzernen Schrauben kann aus naheliegenden Gründen nur die 4. Methode Anwendung finden.

1. Gegossene Schrauben. Das Giessen der Schrauben beschränkt sich selbstredend nur auf die giessfähigen Metalle, namentlich Gusseisen, Zinn, Blei und die Legirungen Messing, Bronze, Britannia-Metall u. s. w. Da jedoch das Gusseisen wegen seiner unzuverlässigen Sicherheit selten als Schraube Verwendung finden kann, so kommen aus Eisen gegossene Schrauben selten vor. Die sogenannten Schnecken oder Schrauben ohne Ende werden sehr oft aus Gusseisen hergestellt. Auch werden neuerdings kleine eiserne Holzschrauben durch Giessen erzeugt und durch Adouziren, S. 120, in den Zustand der Brauchbarkeit versetzt. — Grosse Schrauben aus Messing, namentlich aber aus Bronze werden öfters gegossen, ebenso die an Gefässen (besonders aus Zinn und Zinnlegirungen) vorkommenden Schrauben zum Verschluss der Kapseln, Stopfen u. s. w. Das Giessen findet dann entweder in Sand, Lehm oder in bleibenden Formen Statt; im ersteren Falle mit Hilfe einer Schraube als Modell, die in Sand oder Lehm eingeformt und durch Ausschrauben (S. 89) aus der Form entfernt wird [1]).

2. Geschmiedete Schrauben [2]). Die Herstellung der Schrauben durch Schmieden kann höchstens bei Schmiedeeisen, schmiedbarem Messing und Stahl Anwendung finden. Es beschränkt sich aber dasselbe thatsächlich auf Schmiedeisen und auf ganz grosse Schrauben, wie sie z. B. beim Zusammenfügen von Holzstücken beim Schiffbau, beim Eisenbahnbau und als Hakenschrauben vorkommen und ein scharfes Gewinde haben. Das Schmieden wird in zweitheiligen Gesenken, wovon jedes eine halbe Schraube enthält, in der Weise vorgenommen, dass ein gehörig warmer Rundeisenstab nach jedem Schlag etwas weiter gedreht wird. Um dabei ein genaues Zusammentreffen zu erzielen, werden die Gesenke zweckmässig in einen Bügel gesteckt, wie in Fig. 204 S. 166 erläutert ist.

3. Gelöthete Schrauben. Auch die Methode, Schrauben durch Umwinden eines Kerns mit einem Stäbchen herzustellen, das nach der

1) Dingler's Journ., Bd. 105. S. 249. 2) Polyt. Centr., 1870. S. 523. — Dingler's Journ., Bd. 196. S. 87.

Schraubenlinie herumgelegt und durch Löthen befestigt wird, kommt nur noch selten in Anwendung, namentlich nur dann, wenn grosse flachgängige Schrauben, z. B. Presschrauben an Pressen, Schraubstöcken u. s. w. hergestellt werden sollen und andere Hilfsmittel fehlen. Da es hierbei für den Widerstand gegen das Abscheren wichtig ist, eine grosse Löthfläche, und für die genaue Entfernung der Gänge eine Sicherheit zu erhalten, so giebt man dem Stäbchen eine Form ⊥, welche aus einem Quadrat und einer angesetzten Platte besteht, die an beiden Seiten genau um die halbe Gangbreite vorsteht und im Gesenk geschmiedet wird. Beim Umwickeln stossen diese Kanten an einander. Das Löthen erfolgt dann auf später zu erwähnende Weise.

4. Während die drei eben genannten Mittel zur Anfertigung der Schrauben selten und fast nur als Aushilfe angewendet werden, bildet die vierte Methode die Erzeugung derselben durch Ausarbeiten des vertieften Ganges die Regel, da sie nicht nur eine bei weitem höhere Genauigkeit und Sauberkeit erzielt, sowie eine schonendere Behandlung des Materials herbeiführt, sondern weil sie in allen Fällen, also auch bei Holz, anwendungsfähig ist.

Allein auch hier können verschiedene Wege und Mittel eingeschlagen werden, die sich im Allgemeinen in 3 Gruppen bringen lassen. Zunächst lässt sich der vertiefte Gang durch die Feile ausfeilen, dann durch Meissel und Hammer aushauen und endlich durch Meissel ausschneiden.

a. Gefeilte Schrauben. Dieselben werden einfach dadurch angefertigt, dass man längs einer, um einen Zylinder herum vorgezeichneten Schraubenlinie Kerben bis zur gehörigen Tiefe einfeilt. Da die Feile ein sehr theueres Werkzeug ist, und ihre sichere Führung grosse Geschicklichkeit erfordert, so kann diese Methode ebenfalls nur als Ausnahme betrachtet werden, die unter Umständen allerdings sehr gute Dienste leistet. So werden wohl auf diese Weise an Stiften, Haken, Ringschrauben etc. kurze Schrauben zum Einschrauben in Holz angefeilt; ferner werden die Schraubenspindeln an Schraubstöcken etc., besonders aber mehrfache Schrauben durch Feilen öfters angefertigt.

b. Gehauene Schrauben. Wenn man statt der Feile längs der Schraubenlinie einen Meissel durch Eintreiben mit dem Hammer tangential zur Spindel herumführt oder bei dreikantigem Gewinde gegen die Achse gehörig geneigt (links und rechts) einhaut, so entsteht ebenfalls ein vertiefter Gang und bei sorgfältiger Arbeit eine brauchbare Schraube, die z. B. durch Feilen noch besonders vollendet werden kann. Daher möchte diese Methode, welche natürlich nur bei sehr grossen Schrauben als zulässig erklärt werden kann, noch derjenigen unter a vorzuziehen sein, wenn gleich auch sie nur aushilfsweise anzuwenden ist. Sehr grosse hölzerne Press- oder Windeschrauben sind recht gut durch Ausstemmen des vertieften Ganges, nach vorher aufgebrachter, sorgfältiger Zeichnung, anzufertigen.

c. Geschnittene Schrauben. Wird dahingegen ein Meissel von der Gestalt des vertieften Ganges längs der Spindel und in radialer Richtung auf den Schnitt gestellt, in der Schraubenlinie herumgeführt, so dass die Späne durch ein wirkliches Schneiden abgehoben werden, so entstehen die geschnittenen Schrauben, welche deshalb, weil das Schneiden der Schrauben (Fileter, Tarauder, *Screw-cutting*, *Screwing*) in jeder Beziehung den anderen Methoden vorzuziehen ist und immer angewendet werden kann, die Regel bilden.

Bei denjenigen Werkzeugen, welche das Ausschneiden des vertieften Ganges bewerkstelligen sollen, kommt zunächst die Beschaffenheit des

Schneidmeissels[1]) oder Schneidzahns und dann die sichere Führung desselben nach der Schraubenlinie in Betracht, wobei die Haupt- und Schaltbewegung entweder dem schneidenden Werkzeug oder der Spindel allein gegeben, oder auf beide vertheilt werden kann.

Was die Beschaffenheit des Schneidzahns anbetrifft, so muss der letztere ebenso gut wie bei den anderen schneidenden Werkzeugen mit einem passenden Schneidwinkel (Zuschärfungswinkel und Anstellungswinkel) versehen sein, wenn die Wirkung eine gute und die Arbeit eine leichte sein soll. Derselbe muss daher nach den Regeln S. 209 Fig. 242 und den bei der Konstruktion der Drehwerkzeuge angegebenen angeordnet werden. — Ferner muss der Schneidzahn nach S. 213 wiederholt zum Angriff kommen, wenn die Tiefe des Gewindes 1 mm. überschreitet, da es beim Schraubenschneiden besonders unthunlich ist, dicke Späne wegzunehmen, weil hierbei leicht ein Verdrehen oder Verbiegen der Spindel eintritt. Dieser allmähliche Angriff kann nun entweder in der Weise erfolgen, dass ein Schneidzahn mehreremale nach einander den Schraubenweg zurücklegt, nachdem er jedesmal dem Spindelzentrum um eine Spandicke näher gerückt ist, oder dadurch, dass mehrere Schneidzähne, welche je um eine Spandicke weiter vortreten, auf einander folgend zum Schneiden gebracht werden, wie bereits S. 260 Fig. 285 B näher erläutert ist. Da diese letzte Methode die Arbeit wesentlich fördert, so ist ihre Anwendung die empfehlenswertheste. Durch Fig. 342 A ist dieser Vorgang erläutert, indem die 3 Meissel 1, 2, 3 in solcher Entfernung von dem Mittelpunkt mit dem Zuschärfungswinkel α und dem Anstellungswinkel i angreifen, dass jeder ein Drittel der Spandicke abschält. In diesem Falle ist ausserdem bei der Anlage der Schneide stets das Prinzip im Auge zu behalten, dass dieselben so wenig als möglich seitwärts schneiden, aus Gründen, welche bereits S. 212 näher erklärt sind. — Bei Schneiden eines dreieckigen Gewindes von einiger Grösse ist es daher nicht rathsam, in der Weise zu verfahren, dass man zunächst mit einem spitzen, dreieckigen Zahn eine dreieckige Furche einschneidet und dieselbe durch ein weiteres Vorschieben des Zahnes oder durch Nachfolgenlassen weiterer dreieckiger Zähne auszubilden, sondern es ist hierbei richtiger, zuerst einen flachen, mit geneigten Seiten versehenen, also trapezförmigen Meissel wirken zu lassen, wie die obere Schichte Fig. 342 B zeigt, sodann einen zweiten entsprechend schmäleren aber ebenso gestalteten u. s. w. und zuletzt, erst beim Abheben des letzten Spanes aus der Tiefe des Ganges, einen Meissel von dreieckig prismatischem Querschnitt wie die unterste Schichte Fig. 342 B. Man soll also eine Reihe Meissel auf einander folgen lassen, die dadurch entstanden gedacht werden können, dass ein dreiseitig prismatischer Meissel Fig. 342 B parallel einer Längsseite in eine Anzahl Lamellen oder Schichten getheilt würde, die nach einander in der oben beschriebenen Weise zum Angriff kommen. Diese Lamellen stellen einzeln auch zugleich die abgehobenen Späne dar.

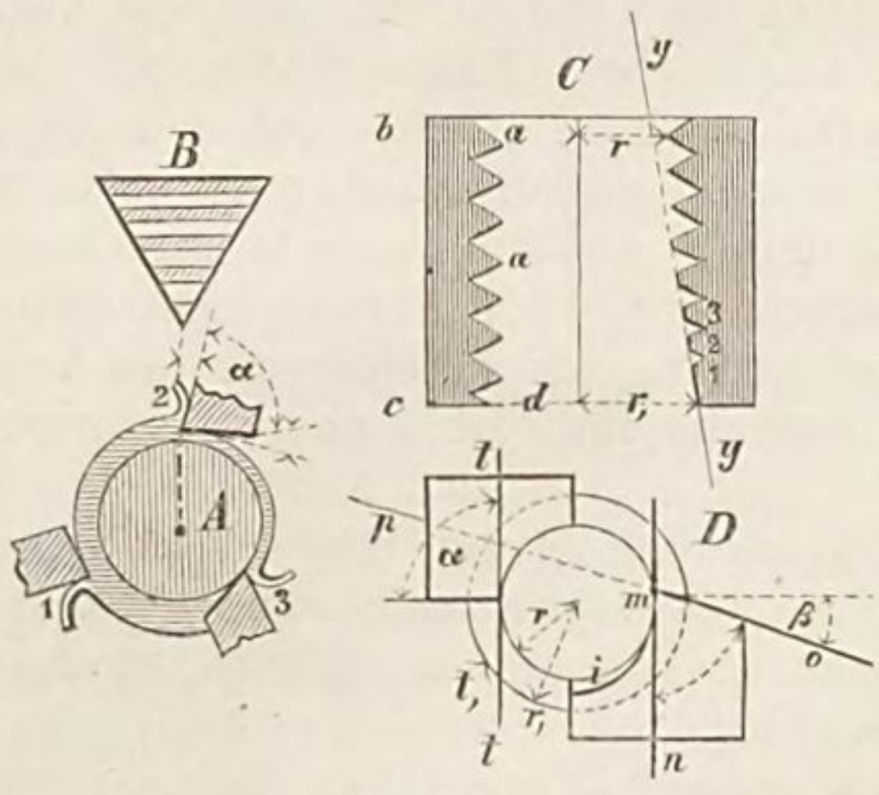


Fig. 342.

1) Publ. ind., Bd. 3. S. 47. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1865. S. 109 u. 112. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 372.

Beim Schneiden hölzerner Schrauben dahingegen müssen Schneiden von solcher Schärfe und Gestalt angewendet werden, dass ein vollständiges Abschneiden der Fasern erfolgt und zugleich die richtige Form des vertieften Ganges entsteht. Da die hölzernen Schrauben aber nur dreieckiges Gewinde haben, so ist also die Querschnittsform des schneidenden Meissels eine dreieckige Rinne, Fig. 245 A S. 212, welche jedoch, um gut zum Eingriff zu kommen, schräg gegen die Fasern gestellt werden muss. Deshalb sind diese $\vee$förmigen Meissel (Geissfuss 7, S. 236, Le V.) am schneidenden Ende stumpfwinklig abgeschnitten. Wegen der Weichheit des Materials genügt gewöhnlich ein Geissfuss zum Fertigschneiden; mitunter, namentlich bei grossen Schrauben, werden wohl zwei auf einander folgende zur Wirkung gebracht.

Von der grössten Wichtigkeit für das gute Gelingen des Schraubenschneidens ist die Schaltbewegung, demnach also auch diejenigen Anordnungen, durch welche die schneidenden Meissel eine sichere Führung erhalten. Da es nahe liegt, in diesem Falle die Bewegung selbst wieder durch eine Schraube mit Mutter zwangläufig zu machen, so erklärt es sich, weshalb die Führung des schneidenden Werkzeugs ausschliesslich durch Schrauben gesichert wird.

Entweder kann nun eine besondere Leitschraube (Patrone, Leitspindel), die, je nachdem die Arbeits- und Schaltbewegung vertheilt sind, mit dem schneidenden Werkzeug oder der zu schneidenden Schraube in solche Verbindung gebracht wird, dass die Bewegung der letzteren von der der ersteren ausgeht, oder es können die auf dem Kern der zu schneidenden Schraube bereits vorhandenen Gänge als Leitung benutzt werden. In beiden Fällen ist natürlich auch eine Mutter zur Bildung eines Umschlusses erforderlich, welche ebenfalls passend mit dem schneidenden Werkzeug oder dem Arbeitsstück zu verbinden ist, wobei noch daran erinnert werden mag, dass der Zwanglauf auch vollständig durch ein Mutter-Segment erzeugt wird.

Zerschneidet man, Fig. 342 C und D, eine Schraubenmutter durch einen Schnitt, welcher in einer Achsenebene liegt, so bilden die Kanten a a der Gänge eine Aufeinanderfolge von Schneiden, deren Zahl von der Höhe der Mutter abhängt und daher beliebig sein kann. Die Ebene a b c d, in welcher die Schneidkanten liegen, steht aber normal auf der Tangentialebene t t, weshalb denn auch der Schneidwinkel d ein rechter ist, demgemäss eine abscherende oder schabende also ungünstige Wirkung äussert. Legt man dahingegen die Schnittebene nicht durch die Achse, sondern z. B. nach der Linie o p, so entsteht der Schneidwinkel o m n, welcher $<$ als 90° nämlich $90^\circ - \beta$ und daher vollständig auf den Schnitt gestellt ist. Man erhält demnach zunächst durch passendes Zerschneiden oder Ausschneiden einer Mutter eine Reihe wirklich schneidender Zähne, welche aber in dieser Form nur dadurch allmählich das Ausschneiden der Gänge bewirken können, dass sie zuerst auf eine Entfernung r_1 von der Achse des Kernes angesetzt werden müssen, welche gleich ist dem Radius r des Kernes plus der Gangtiefe t, und, nachdem sie eine seichte Furche eingeschnitten haben, wiederholt vorgeschoben werden, bis sie endlich in der Entfernung r von der Achse die Gänge vollständig ausbilden.

Diese Methode, die Schneiden durch allmähliches Vorschieben nach dem Zentrum zum Schneiden zu bringen, hat mehrere Uebelstände zur Folge.

Beim Beginn des Schneidens ist der Kerndurchmesser $2\,r_1 = 2\,(r + t)$, daher bei einer gewissen Steigung s der Steigungswinkel α_1 bestimmt durch

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{s}{2\,(r + t)\,\pi}.$$

Am Schlusse des Schneidens dahingegen, wenn dieselbe Steigung s beibehalten werden soll, ist der Winkel α von α_1 abweichend, weil dann stattfindet

$$\text{tg } \alpha = \frac{s}{2\,r\,\pi}.$$

Hieraus folgt, dass der Steigungswinkel am Schlusse des Schneidens grösser ist als zu Beginn desselben, und dass demnach der Anfangs gebildete Steigungswinkel auf Kosten der Gänge sich nach und nach verändern muss, wodurch die Genauigkeit der Schraube niemals einen sehr hohen Grad erreichen kann. Nimmt man beispielsweise eine scharfgängige Schraube von 25 mm. Durchmesser und nach der Formel S. 370 eine Steigung

$$s = (1 + 0{,}08\,.\,25) = 3 \text{ mm}$$

so wird $t = 2{,}88$ mm.

und $\text{tg } \alpha_1 = 0{,}038$,

also $\alpha_1 = 2^0\,11'$

und $\text{tg } \alpha = \frac{3}{78{,}540} = 0{,}0496$,

also $\alpha = 2^0\,50'$;

also ist α um $39'$ grösser als α_1.

Bei einer flachgängigen Schraube von 30 mm. äusserem Durchmesser beträgt nach S. 370

$$s = \frac{30}{5} = 6 \text{ mm}.$$

und die Tiefe $t = \frac{6}{2} = 3$ mm,

also der Kerndurchmesser 24 mm.

Danach ist für den Winkel bei Beginn des Schneidens

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{6}{(24 + 6)\,\pi} = \frac{1}{5\,.\,\pi} = 0{,}06366$$

und $\alpha_1 = 3^0\,38'$

und am Schlusse des Schneidens

$$\text{tg } \alpha = \frac{6}{24\,\pi} = 0{,}0795$$

und daher

$$\alpha = 4^0\,33',$$

also beträgt der Winkelunterschied 1 Grad. — Dass diese Differenzen bei steilen, also mehrgängigen Schrauben noch bedeutender werden, ist leicht zu erkennen.

Ein zweiter Uebelstand bei dieser Art, die Schneiden zum Angriff zu bringen, liegt darin, dass die Gänge erst nach mehrfacher Wiederholung desselben Vorganges fertig werden, wodurch namentlich ein grosser Zeitverlust herbeigeführt wird. Drittens endlich sollen die Schneiden so angreifen, dass sie möglichst wenig von der Seite schneiden, was besonders beim Ausschneiden tiefer und breiter Gänge, also beim Schneiden grosser Schrauben wichtig ist.

Diesen sämmtlichen Uebelständen kann einfach dadurch abgeholfen werden, dass man von den dreikantigen Schneiden die Kanten nach der

Linie yy Fig. 342 C und D wegnimmt, so dass die Entfernung r_1 dem äusseren Radius der Schraube und r dem Kernhalbmesser entspricht. Beginnt man dann das Schneiden mit dem abgestumpften Gange 1 und setzt es fort mit den Gängen 2, 3 u. s. w., so wird: 1. der Steigungswinkel nicht geändert, 2. ein allmähliches Ausarbeiten des Ganges bewirkt und 3. die Schraube in einer ununterbrochenen Operation fertig geschnitten. Es verdient daher diese Anordnung alle Beachtung um so mehr, als die Herstellung derselben sehr leicht ist, da eine volle Mutter nur durch einen konischen Bohrer oder Räumer nach einem Ende zu erweitert zu werden braucht.

Um die schneidende Wirkung der Gangkanten an einer Mutter zu erzeugen, ist es selbstredend durchaus nicht erforderlich, die Mutter zu zerschneiden, wenn dieselbe nach dem eben erwähnten Verfahren konisch erweitert wird, sondern es genügt dann eine Längsfurche, Fig. 345 A und F S. 382 auszuarbeiten.

Hat man mit einer zum Schneiden geeignet gemachten Mutter einen Theil einer Schraube auf der Spindel erzeugt, so bildet dieser Theil für die Fortsetzung der Arbeit ohne Weiteres eine Führung, so dass es bei diesem Schneidwerkzeug einer weiteren Anordnung für das sichere Fortschieben während des Schneidens nicht bedarf. Wenn jedoch in der Mutter nur eine schmale Furche zur Bildung der Schneidzähne vorhanden ist, so treten wiederum einige Erscheinungen ein, die ein sauberes Schneiden verhindern. Zuerst können die abgeschnittenen Späne nicht gut entweichen. — Zweitens klemmen sich die Gänge der Schraube leicht ein, weil es kaum zu vermeiden ist, dass kleine Spänchen oder abgeriebenes Metall in die Gänge gerathen, oder dass eine kleine Erwärmung der Spindel und ein Ausquetschen des Gewindes eintritt. Deswegen soll man nicht nur die Furchen breit, sondern auch die Berührungsflächen zwischen Spindel und Mutter auf das kleinste Mass bringen. Aus diesem Grunde ist es besonders empfehlenswerth, die Mutter nunmehr nur aus drei Segmenten bestehen zu lassen, da drei parallele Linien im Kreise einen Zylinder festlegen; es genügt dann der Abnutzung halber den Führungsgängen einen Bogen von 10—35 Grad zu geben.

B. Anfertigung der Schrauben-Muttern.

Auch hier ist zwischen Muttern aus Metall und aus Holz ein Unterschied zu machen, indem die ersteren entweder wie die Massivschrauben durch Giessen[1]), Schmieden, Löthen oder Schneiden, die letzteren aber nur durch Schneiden herzustellen sind. Was die Herstellung der Schraubenmuttern durch Giessen oder durch Löthen anbetrifft, so kann hier auf das verwiesen werden, was hierüber S. 374 bezüglich der Spindeln mitgetheilt ist, da die Methoden nicht von einander abweichen. Nur das Schneiden der Muttern (Tarauder, *Tapping*) — die wichtigste Art ihrer Anfertigung — bedarf hier einer ausführlichen Erörterung.

Beim Schneiden der Muttern ist es ebenfalls die Aufgabe durch Ausarbeitung eines vertieften Gewindganges auf der Innenfläche eines Hohlzylinders, ein hohes Gewinde zu erzeugen. Da dies nun weder mit der Feile noch durch Aushauen geschehen kann, so beschränkt sich die Operation gänzlich auf die Verwendung schneidender Meissel, die gehörig gehalten, in der Schraubenlinie auf der Innenfläche der rund ausgelochten Mutter entlang geführt werden. Der Prozess selbst ist deshalb demjenigen der zum Schneiden der Spindel angewendet, analog, da dieselben Bedingungen erfüllt werden müssen, die S. 376 ausführlich für das Schneiden

1) Polyt. Centr., 1870. S. 318. — Dingler's Journ., Bd. 195. S. 88.

der Massivschrauben erörtert wurden. — Die Betrachtung erstreckt sich dabei offenbar auf die Beschaffenheit der Schneidzähne, und auf die Führung derselben. Im Allgemeinen kann dabei auf das verwiesen werden, was a. a. O. über die Schneiden und ihre Führung zum Spindelschneiden gesagt wurde. — Im Speziellen unterscheidet sich das Werkzeug zum Schneiden der Mutter von dem zum Schneiden der Spindel dadurch, dass die Schneidzähne des ersteren in den zylindrischen Hohlraum der Mutter eintreten, also an der Aussenfläche eines passenden Körpers sitzen. — Auch hier wird entweder das zur Führung dienende Gewinde mit den Schneidzähnen direkt in Verbindung gebracht, oder es wird die verschiebende Bewegung mittelst besonderer Schrauben etc. erzeugt. — Das in diesem Falle zu verwendende Werkzeug ist daher eine mit Schneiden ausgestattete Spindel, welche in die Mutter eingedreht sehr bald eine Führung erhält, sich daher ohne Weiteres fortschiebt und die hohlen Gänge ausarbeitet. Eine solche schneidende Spindel wird der Schraubenbohrer [Gewindbohrer, Schneidbohrer, Mutterbohrer, Taraud, Tarau, *Tap*, *Screw tap*, *Taper tap* [1])] genannt.

Je nach der Art, wie an dem Schneidbohrer die Schneiden angebracht sind, werden dieselben im Ansehen und in der Wirkung sehr verschieden.

Schon dadurch, dass man eine Massivschraube, Fig. 343, in der Weise abfeilt, dass der Querschnitt allmählich von dem runden in einen quadratischen übergeht und dass sich der Bohrer nach dem unteren Ende soviel verjüngt, dass kaum noch eine Spur von Gewinde sichtbar ist, entstehen bei a, b, c, d, Fig. C, Kanten, die Späne abschneiden; günstiger wirken dieselben jedoch schon, wenn der Querschnitt durch Abfeilen dreier Seiten in ein gleichseitiges Dreieck a b c verwandelt wird, Fig. B. Allein es drücken sich, wie schon bei den Reibahlen erwähnt wurde, diese Schneiden leicht ein und arbeiten daher ziemlich unsicher. Zur Beseitigung dieser Unsicherheit und gleichzeitig zur Erreichung einer zentralen Lage stattet man dann sehr zweckmässig den Bohrer mit einem zylindrischen Zapfen n aus. — In beiden Fällen ist jedoch nicht nur der Schneidwinkel an und für sich ein ungünstiger, sondern er verliert sich, da wo die vollen Gänge der Schrauben eintreten ganz, so dass am oberen Theile des Bohrers nur noch ein Stauchen und Quetschen eintreten kann. Zum Schneiden kleiner Muttern jedoch, wo nur wenig Metall fortzunehmen ist, sind sie sehr wohl brauchbar und daher fast ausschliesslich in Anwendung.

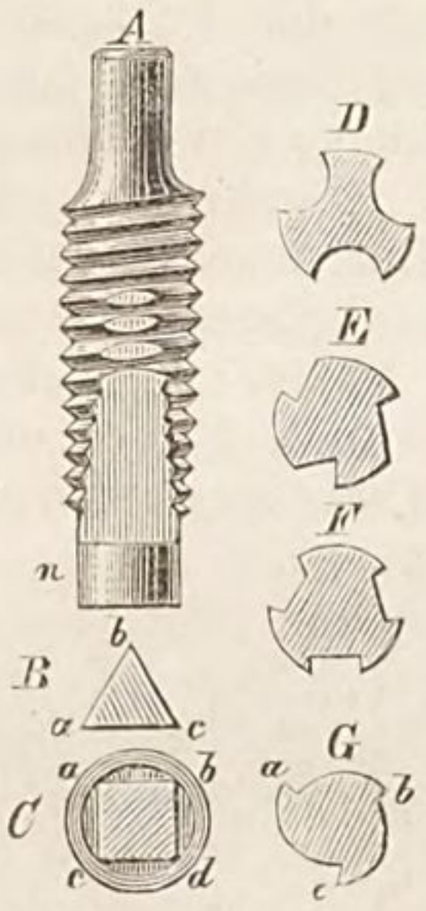


Fig. 343.

Zum Schneiden grösserer Muttern müssen aber die Bohrer, wenn sie vortheilhaft wirken sollen, mit regelrecht gebildeten Schneiden ausgestattet sein, die nach den S. 376 gegebenen Regeln aufeinander folgen. Diese erhält man dadurch, dass man die Bohrer nach dem unteren Ende konisch abdreht und sodann auf der Oberfläche mit Kerben ausstattet, welche entweder der Achse parallel oder in sehr schlanken Schraubenlinien herumlaufen.

Auch hier ist es ausreichend, drei solcher Einschnitte anzubringen, wenngleich mitunter vier, seltener zwei angetroffen werden. Die Gestalt

1) Publ. ind., Bd. 3. S. 47. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1865. S. 109 u. 112. — Prakt. Masch. Constr., 1869. S. 372. — Polyt. Centr., 1858. S. 178 und 525; 1873. S. 1617; 1864. S. 1273.

der Kerben ist gleichgültig, wenn sie sonst die Herstellung richtiger Schneidwinkel bewirkt. Gewöhnlich sind sie halbrund, Fig. 343 D, oder dreieckig, Fig. E, oder mitunter selbst viereckig, Fig. F. Bei diesen gewöhnlichen Bohrern fehlt aber der Anstellungswinkel. Ausserdem erzeugen die grossen, zwischen den Schneiden liegenden Führungsflächen sehr bedeutende Reibungswiderstände, weil sich leicht kleine Metalltheile dazwischen drängen. Aus diesem Grunde ist der Querschnitt sehr empfehlenswerth, welcher durch Fig. G dargestellt ist. In dieser Construction sind 3 Reihen sehr wirksamer Zähne a b c vorhanden, deren Zwischenräume die Späne leicht aufnehmen und die Anstellungswinkel hervorbringen. In der Regel sind diese Bohrer sehr schlank konisch und daher sehr lang, weil die Mutter um so regelmässiger ausfällt, je mehr Gänge des Bohrers zur Wirkung kommen. Werden dann aber die Bohrer so lang, dass ein Wanken zu befürchten ist, so wende man zwei oder drei aufeinanderfolgende an. Die zuletzt eintretenden Gänge sind dann vollständig erhalten, damit sie dem Gewinde die letzte Vollendung geben. — Um das Einpressen der hohen Muttergänge in die scharfen, vertieften Gänge der Schneidbohrer zu vermeiden, werden die Gänge wohl noch auf der Drehbank mit einem Spitzstahl ausgestochen.

Zum Schneiden der Muttern in Holz verwendet man ebenfalls Gewind- oder Mutterbohrer. Doch wird hier in den meisten Fällen denselben eine höchst unvollkommene Einrichtung gegeben, wie aus ihrer Anfertigung hervorgehen mag. Man nimmt gewöhnlich dazu ein pyramidales Eisenstück, das durch Einsetzen gehärtet wird, von der Form Fig. 344 A, so dass das untere Ende in das gebohrte Loch der Mutter eintreten kann. Der Querschnitt ist, wie bei B sichtbar, vierkantig mit ausgehöhlten Seiten 1, 2, 3, 4 versehen, so dass vier Schneidkanten a b c d entstehen. Diese vier Kanten werden nun mit einer dreieckigen Feile ausgefeilt, wodurch also eine Reihe Spitzen gebildet wird, welche in einer Schraubenlinie liegen und ein Stück einer konischen Schraube bilden. Die Fehler dieses Werkzeuges liegen nicht nur in dem Schneidwinkel, der nur ein Auskratzen möglich macht, sondern auch in seiner konischen Form, weil deshalb die Anfänge der Gänge einen grösseren Neigungswinkel haben als die fertigen. Endlich wird dieses Werkzeug für grosse Muttern — wie sie ja bei Holz so oft vorkommen — bis zur Unhandlichkeit schwer. Man hat zur Vermeidung dieser Uebelstände daher auch angefangen, die Schneidbohrer für Holz nach den Regeln herzustellen, welche oben für diejenigen zum Gebrauch in Metall angeführt sind, mit der Modifikation, welche das weiche Material zulässt und fordert. So sind zunächst die Bohrer Fig. 344 C mit 4 breiten Schneidgängen und dem gezeichneten Querschnitt, sodann D mit sichelförmigem Querschnitt und schneidenden Kanten entstanden. — Hieraus bildete sich endlich der Bohrer Fig. 344 F, welcher aus einem Rohr besteht, das auf der Oberfläche die Gänge hat und der Länge nach durch einen schrägen Einschnitt g aufgeschlitzt ist. Wenn nun endlich als letzte Verbesserung diese Gänge inwendig angeschärft werden, so erhält man Geissfüsse, also vollständig schneidende Zähne m wie Fig. 344 G zeigt. Beim Schneiden grosser Muttern, welche das Ausheben des Spanes auf einmal nicht zulassen, sondern eine Theilung verlangen, wird am Schneidbohrer noch ein geissfussartiger Vorschneidzahn angebracht, der von dem eigentlichen Schneidzahn um einen halben Gang

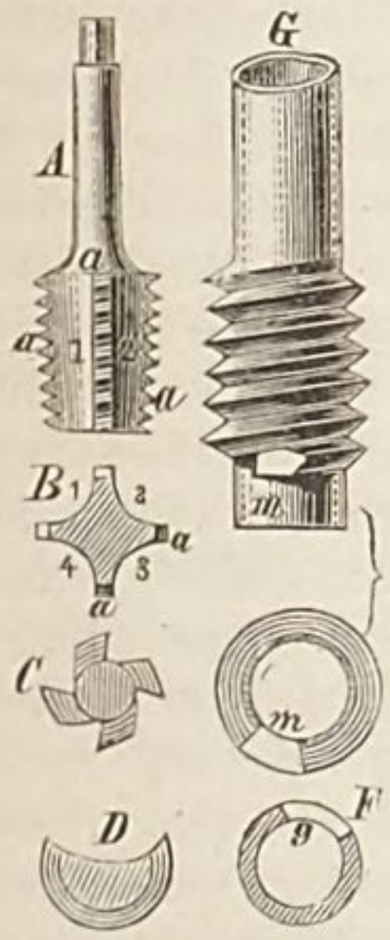


Fig. 344.

absteht und an der Stelle sitzt, wo der zur Führung dienende Zylinder m aufhört. Mit diesen Bohrern lassen sich bequem Muttern bis 75 mm. und mehr Durchmesser schneiden. — Als Nothbehelf können Gewindbohrer auf einfache Weise angefertigt werden, indem man eine hölzerne Schraube mit der Säge der Länge nach in der Achse aufschneidet und in diesen Schnitt ein Stahlblech legt, welches an den beiden Längskanten nach Art der Säge so ausgeschnitten ist, dass die Zähne mit den Gängen kongruent sind. Durch Wegnahme der Gänge vor diesem Blech, wie bei a, Fig. 343 G, wird dann der Raum zur Aufnahme der Späne geschaffen.

Die Mittel, durch welche nun die zum Schneiden erforderliche Bewegung zwischen der Spindel oder Mutter und dem schneidenden Werkzeug hervorgebracht wird, sind je nach der Vertheilung der zwei nothwendigen Bewegungen, sowie nach dem erforderlichen Kraftaufwand und mehrerlei Zweckmässigkeitsgründen verschieden. Im Allgemeinen kann man dieselben aber zurückführen auf das Schneiden, erstens mit der Hand, zweitens mit der Drehbank und drittens mit besonderen Maschinen «Schraubenschneidmaschinen.»

1. Schneiden mit der Hand.

a) **Der Massivschrauben.** Hierzu bedient man sich ausschliesslich eines Werkzeugs mit einer schneidenden ungetheilten oder getheilten Mutter, welche um die gewöhnlich in dem Schraubstock eingespannte Spindel in Schraubenlinien herumgeführt wird.

Das unvollkommenste Werkzeug dieser Art ist das Schneideisen (Schraubenschneideisen oder Schraubenblech, (Filière simple, *Screw plate*), das wieder in zwei verschiedenen Anordnungen in Anwendung steht. Nach der einen — der unvollkommensten — wird dasselbe aus einer gehärteten Stahlplatte, Fig. 345 A, gebildet, welche eine Anzahl Löcher 1, 2, 3, 4 von verschiedenem Durchmesser enthält, die mit Gewinden versehen sind, welche diesen Durchmessern entsprechen. Mit einem dieser Löcher wird das Werkzeug auf die etwas konisch gefeilte oder gedrehte Spindel gesteckt und um dieselbe herumgeführt. Die Folge davon ist, dass sich die erhöhten Gänge des Schneideisens gewaltsam in das Metall eindrücken, welches auszuweichen sucht und sich in die vertieften Gänge des Werkzeugs einpresst. Es findet demnach ein Schneiden gar nicht Statt, sondern ein Quetschen, welches zur Folge hat, dass die erhöhten Gänge aus zwei aufgeworfenen Grathen bestehen, deren Durchmesser natürlich grösser als der ursprüngliche Spindeldurchmesser ist. Weil die Schrauben auf eine solche Weise nicht nur zu ihrer Erzeugung einer grossen Kraft bedürfen und weil dieselben wegen der gewaltsam ausgepressten Gänge nur geringe Festigkeit besitzen, so findet das Schneideisen nur zur Anfertigung kleiner Schrauben bis etwa 5 mm. Durchmesser Anwendung. Um die erforderliche Anzahl, nämlich

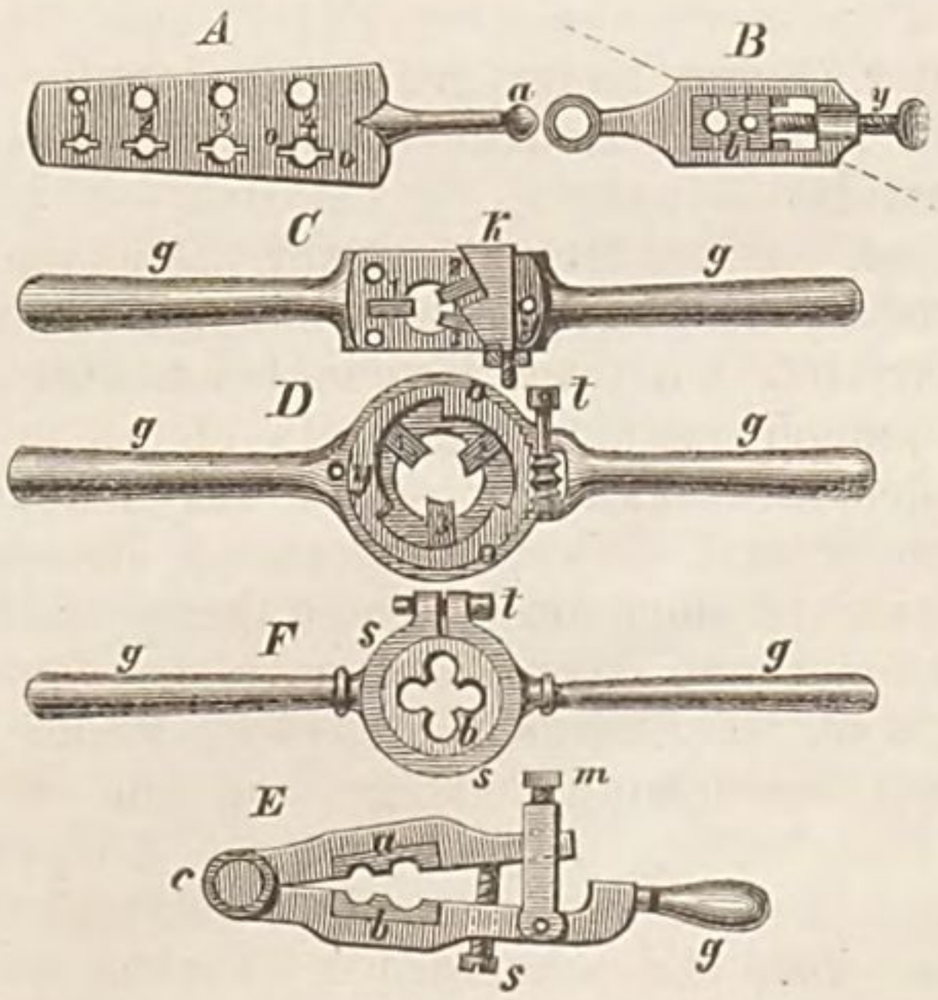


Fig. 345.

etwa 4 Schneidgänge aufzunehmen, besitzt das Schneideisen eine Dicke, die gleich dem Lochdurchmesser, also 1 bis 5 mm. ist. — Für die ganz kleinen Schräubchen in der Uhrmacherei etc. ist das Schneideisen unentbehrlich. Gewöhnlich wird dann aber die zu schneidende Spindel mit dem Feilkloben gefasst und in das Gewinde des Schneideisens hineingedreht. Die Zahl der Löcher ist verschieden gross, denn während die Schneideisen für kleine Schrauben wohl 24 enthalten, haben die für grosse oft nur 3 oder 7. Die ersteren erhalten dann eine Breite von 12 bis 50 mm. und eine Länge von 50 bis 120 mm. und einen gewöhnlich gekröpften Stiel a zur bequemen Handhabung; die grossen sind dahingegen mit zwei einander entgegenstehenden Stielen zum kräftigeren Anfassen ausgestattet. — Damit die kleinen Spänchen, welche durch die Rauhigkeiten des Gewindes abgerieben werden, sich entfernen können, ist es Gebrauch geworden, bei Gewindelöchern seitwärts kleine Einschnitte o, Fig. 345 A, zu geben. Indem dadurch zugleich Schneidkanten gebildet werden, so ist diese zweite Art, wenigstens für grosse Schneideisen, mehr gebräuchlich.

Zum Schneiden grösserer Schrauben bedient man sich fast ausschliesslich der getheilten Mutter, welche in ähnlicher Weise wie das Schneideisen zur Wirkung gebracht wird. Die Muttertheile heissen Backen (Schraubenbacken, Schneidbacken, Coussinets, Coins à vis, *Dies*, *Screw dies*) und werden in einen Rahmen gelegt, in dem sie nicht nur gehörig gestellt, sondern auch befestigt werden können, und mit dem sie vermittelst angebrachter Stiele in Umdrehung versetzt werden. Das Werkzeug, welches diese Theile vereinigt, ist die Kluppe [Schraubenkluppe, Schneidkluppe, Filière brisée, F. à coussinets, *Screw-stock*, *Die-stock* [1])], welche, wie das in der Natur der Sache liegt, sehr verschieden eingerichtet ist, Fig. 345 B, C, D, E, F, je nach der Grösse, nach der Zahl der eingelegten Backen, nach der Zahl der Backentheile (2, 3 oder 4 backige Kluppen) und nach der Art des Einlegens, des Verstellens und Befestigens der Backen.

Die Zahl der Backenpaare in einer Kluppe ist gewöhnlich 1, nur bei kleineren Kluppen der Bequemlichkeit halber 2 bis 6 mit entsprechenden Grössenabstufungen.

Die Grösse der Kluppe, d. h. die Entfernung der beiden Endpunkte an den Griffen variirt zwischen 0,1 bis 1 m., und wird mitunter bei den sehr grossen zweiarmigen Kluppen noch bedeudenter.

Von grösster Wichtigkeit ist das Einlegen der Backen, damit dieselben während des Schneidens unverrückbar festliegen. In der Regel werden die Backen b der zweibackigen Kluppen seitwärts mit dreieckigen Einschnitten versehen und hiermit auf dreieckige Erhöhungen innerhalb des Kluppenrahmens geschoben, genau so wie die Seckeneisen in den Seckenzug, S. 172, Fig. 209, eingeschoben werden, Fig. 345 B. Statt dieser dreieckigen Prismenführung kommt auch eine halbrunde Prismenführung in Anwendung [2]). Auch werden die Backen wohl nur abgeschrägt in den keilförmig erweiterten Rahmen gelegt und durch eine übergeschobene Platte (Deckplatte) festgehalten. Bei dreibackigen Kluppen befinden sich in

---

1) Publ. ind., Bd. 8. S. 221. — Prakt. Masch. Constr., 1869. S. 372; 1871. S. 192; 1873. S. 247. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1860. S. 203; 1865. S. 116. — Polyt. Centr., 1855. S. 648; 1856. S. 441 u. 525; 1860. S. 1037; 1863. S. 1327; 1864 S. 159 u. 1271; 1865. S. 380 u. 1110; 1870. S. 317; 1871. S. 793; 1874. S. 22 u. 1509. — Dingler's Journ., Bd. 137. S. 164; Bd. 142. S. 233; Bd. 149. S. 92; Bd. 158. S. 251; Bd. 163. S. 19; Bd: 169. S. 404; Bd. 173. S. 13; Bd. 195. 498. 2) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1865. S. 116. — Polyt. Centr., 1865. S. 1110.

dem Rahmen drei radial gestellte Schlitze oder Vertiefungen 1, 2, 3, Fig. 345 C, D, in welchen die 3 Backen liegen und ebenfalls durch eine (in der Zeichnung weggelassene) Deckplatte festgehalten werden.

Das Einstellen der Backen geschieht entweder durch Druck- oder Stellschrauben bei den 2 backigen, oder durch Keile, oder exzentrische Einschnitte einer sich drehenden Scheibe bei 3 und mehrbackigen Kluppen. Im ersten Falle ist entweder nur eine Schraube s vorhanden, Fig. 345 B, welche den einen Backen vorschiebt, oder es giebt deren zwei, für jeden Backen eine. Bei letzterer Anordnung sind die Backen besser so einzustellen, dass der Kluppenschwerpunkt in die Achse der zu schneidenden Schraube fällt, weshalb zwei Stellschrauben den Vorzug verdienen.

Werden Stellkeile bei dreibackigen Kluppen angewendet, so ist ihre Einrichtung gewöhnlich so, wie Fig. 345 C zeigt, woraus zu ersehen ist, dass nur zwei Backen 2 und 3 verschoben werden, während der Backen 1 festliegt. Der Keil k mit zwei schrägen Flächen liegt, wie die Backen in einer Vertiefung des Rahmens und wird durch die Mutter s bewegt.

Sollen jedoch alle 3 oder auch mehr Backen gleichzeitig und gleichmässig vorgerückt werden, so ist die in Fig. 345 D gezeichnete Vorrichtung besonders empfehlenswerth. Die Backen 1, 2, 3, welche in radialen Vertiefungen geführt werden, lehnen sich an die exzentrischen oder Spiralflächen einer runden Scheibe s an, die in einer runden Versenkung der Kluppe liegt und durch die Schraube ohne Ende t, welche in einen gezahnten Bogen der Scheibe eingreift, in Drehung versetzt wird, so dass je nach der Drehrichtung der Schraube die Backen zusammengeklemmt oder frei gemacht werden. Eine Deckplatte, welche mit 3 Schrauben bei o festgelegt wird, verhindert die Backen und Keile am Herausfallen [1]).

Zur Bewegung der Kluppe dienen zwei Griffe g g, die entweder mit der Achse des Rahmens, Fig. 345 C, oder an dessen Ecken (diagonal) angebracht sind, wie die punktirte Linie in Fig. 345 B andeutet.

Die eben beschriebenen Kluppen sind die gebräuchlichsten. Unter den vielen Abänderungen, die an denselben vorkommen, mögen hier nur die wichtigeren aufgeführt werden. Zur Ersparung der Presschrauben an 2 backigen Kluppen hat man den einen Griff der Kluppe mit einem Gewinde versehen und in den Rahmen eingeschraubt, um denselben zugleich als Presschraube zu benutzen. Bei dieser Anordnung sollte zur Verhinderung des Drehens dieses Griffes während des Schneidens eine Gegenmutter niemals fehlen. — An kleinen Kluppen findet man oft nur einen Griff oder Stiel; solche Kluppen verlangen, wenn sie nicht auf der Drehbank gebraucht werden, in der Handhabung besondere Uebung. Soll eine grössere Anzahl Schrauben von genauer Uebereinstimmung geschnitten werden, so bietet die gewöhnliche Kluppe manche Unbequemlichkeit. Zunächst ist es sehr schwer, mit vollständiger Genauigkeit dieselbe Backenöffnung für jede einzelne Schraube herzustellen, wenn nicht an der Stellschraube ein Zeiger mit Skale angebracht ist, und dann fordert das Zurückdrehen der Kluppe oder das Oeffnen der Backen einen bedeutenden Zeitaufwand. Beiden Uebelständen hilft die Konstruktion der Scharnier- oder Scherkluppe, (Filière à charnière, *Hinged Screwing stock*) ab. Dieselbe besteht, Fig. 345 E aus den zwei Theilen a, b, welche bei c durch ein Scharnier scherenartig verbunden sind und an der inneren Fläche die Schneidbacken erhalten. Die Annäherung beider Backen erfolgt durch

---

1) Polyt. Centr., 1873. S. 209.

einen Bügel m, der drehbar an b befestigt ist und über a fasst. Eine Schraube m presst die Backen gegen einander, während eine Stellschraube s die Entfernung derselben genau festlegt. Nach Lösung der Schraube m ist der Bügel abzuschlagen und die Kluppe zu öffnen, also von dem Arbeitsstück seitlich abzuziehen. Eben so schnell geschieht das Schliessen dieser Kluppe bis zur bestimmten Backenöffnung an jeder Stelle des Arbeitsstückes. Statt des einen Griffes g sind die grösseren Scharnierkluppen mit zwei Griffen versehen.

Eine Vergleichung der Schneideisen mit den Schneidkluppen ergiebt für beide Werkzeuge Vor- und Nachtheile. Während die Kluppe ein gutes Schneiden veranlasst, ist die schneidende Wirkung des Schneideisens entweder gar nicht vorhanden oder doch sehr mangelhaft. Die erstere ist daher besonders zum Schneiden grosser Schrauben geeignet, wozu das Schneideisen vollständig unbrauchbar ist. Dahingegen hat die Kluppe den Nachtheil der beweglichen Theile mit Stellvorrichtungen, die bei Erzeugung sehr kleiner Schrauben das Werkzeug zu unhandlich machen. Das Schneideisen mit seinen festen Theilen arbeitet daher sehr gleichmässig (weshalb es z. B. oft zum Nachschneiden der mit der Kluppe geschnittenen Schrauben dient) und kann zur Anfertigung kleiner Schrauben eine entsprechend geringe Grösse erhalten.

Die Vortheile beider Werkzeuge sind dadurch zu vereinigen, dass man durchaus schneidend wirkende, **feste** Backen konstruirt, welche in eine Einspannvorrichtung oder ein Wendeisen gesteckt und mit diesem herumgedreht zur Wirkung gebracht werden. Eine sehr empfehlenswerthe Anordnung fester Backen mit Einspannvorrichtung giebt die Fig. 345 T. Der feste Backen b besteht aus einer dicken runden Stahlplatte, welche in der Mitte das Muttergewinde besitzt, dessen vier Schneidkanten dadurc gebildet sind, dass neben der mittleren Oeffnung vier Löcher parallel der Achse durchgebohrt sind, welche das Gewinde an vier Stellen durchschneiden. Ausserdem ist das letztere an einem Ausgang konisch erweitert, so dass der in Fig. 342 C, S. 376 rechts gezeichnete Querschnitt entsteht. Dieser Backen liegt sodann in einem mit zwei Griffen g g versehenen Klemmring s, der durch die Schraube t so zusammengedrückt werden kann, dass zwischen dem Backen und dem Ring eine solche Reibung hervorgebracht wird, dass sie sich während der Arbeit nicht gegeneinander verschieben. Besonders beachtenswerth an dieser Kluppe ist ausser den eben genannten Vortheilen ihre einfache, leichte Anfertigung, die Möglichkeit, die Backen schnell auszuwechseln und der Umstand, dass die Mitte des Backen im Schwerpunkt liegt. — Eine eigenthümliche Einrichtung erhält die Kluppe, wenn damit konische Schrauben, z. B. Holzschrauben geschnitten werden sollen, wobei es erforderlich ist, dass die Backen sich selbstthätig, der Kegelgestalt entsprechend, von einander entfernen. Gewöhnlich wird zu dem Zwecke der eine Backen gegen eine starke Feder gelegt, deren Spannung ausreicht, die Backen zum Angriff zu bringen und nachgiebig genug ist, das Entfernen der Backen zuzulassen [1]). — Da es mit einer gewöhnlichen Kluppe sehr schwierig ist, flache Gewinde zu erzeugen, so sind auch Einrichtungen erdacht, wodurch dies ermöglicht oder erleichtert wird. Eine zweckmässige darauf hinzielende Konstruktion besteht darin, dass man den Backen statt einer grossen Zahl Schneiden, die zugleich die Ausläufer der Führungsgänge sind, nur einen oder zwei Schneidzähne giebt, welche dann ganz unabhängig von den Backen sind, d. h. sich ver-

1) Mitth. des hann. Gew.-Ver., 1841. S. 239. — Polyt. Centr., 1842. S. 88.

stellen lassen, ohne eine Mitbewegung der Backen zu fordern. Die Schneidzähne stecken nämlich in den Backen verschiebbar, so dass sie, nachdem ein Schnitt erfolgt ist, etwas vorgestellt werden können, was so lange wiederholt wird, bis die Schraube fertig ist. Die Backen besitzen dann nur ein seichtes, fast aus Linien bestehendes Gewinde, das allein den Zweck hat, die Kluppe zu führen [1]). Auch zur Erzeugung sehr genauer Schrauben ist diese Konstruktion empfohlen [2]).

Zu den Kluppen mit festen Führungsbacken und eingeschobenen verstellbaren Zähnen (Geissfüssen), gehören auch die zum Schneiden der hölzernen Schrauben dienenden Schneidzeuge oder Kluppen, (Filière à bois, *Screw box*, *Devil* [3]). Dieselben bestehen in der Regel, Fig. 346, aus einem mit zwei Griffen a a ausgestatteten Holzstücke, das in der Mitte m ein Gewinde enthält, welches dem zu schneidenden gleich ist, und nur zur Führung dient. Auf der oberen Fläche F dieses Holsstückes liegen in einer Vertiefung, durch, mit Muttern i angezogene Haken h gehalten, zwei Geissfüsse, welche mit der stumpfen Kante zum Angriff kommen und in Grösse und Lage mit dem inneren Gewinde der Kluppe korrespondiren. Die abgehobenen Späne schieben sich an den Geissfüssen entlang bei o aus der Kluppe heraus. Um dem Holzzylinder gleich von Anfang an eine zentrische Lage zu sichern, liegt auf der Kluppe F noch eine durch die beiden Schrauben d d gehaltene Platte D (Deckplatte), welche in der Mitte eine runde Oeffnung hat, deren Durchmesser gleich ist dem äusseren Spindeldurchmesser. Damit bei den hölzernen Schrauben eine Abplattung der Gänge entsteht, ist der zur Schraube bestimmte Holzzylinder um soviel dünner als dieser Abplattung entspricht, also auch das Loch in der Deckplatte um soviel an Durchmesser kleiner. Bei kleinen Schrauben ist ein Geissfuss im Stande, das Gewinde auf einmal herauszuschneiden. Bei grösseren Schrauben sind jedoch zwei Geissfüsse erforderlich, die in der Kluppe diamentral gegenüberliegen, und zwar in verschiedenem Abstande von der Mitte. Der erste Geissfuss schneidet dann nur etwa zur halben Gangtiefe ein, während der zweite das Gewinde vollendet. Der zwischen den beiden Schneiden liegende, halbe hohe Gang der Führungsmutter muss selbstredend auch etwa zur Hälfte weggenommen sein, weil sonst das fertige Schraubenstück nicht in denselben eintreten kann. — Soll das Gewinde bis an den Kopf der Schraube ausgeschnitten werden, so ist am Schlusse der Arbeit die Deckplatte zu beseitigen, was am leichtesten von Statten geht, wenn man sie in zwei Hälften zerschneidet, die seitwärts abgezogen werden können. — Aus Eisen angefertigte Kluppen zum Schneiden hölzerner Schrauben sind wenig in Gebrauch gekommen.

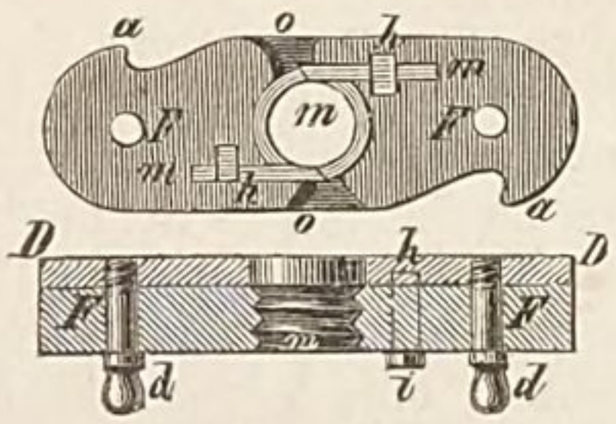


Fig. 346.

b) **Der Muttern.** Zum Schneiden der Muttern mit der Hand bedient man sich ausschliesslich der S. 380 beschriebenen Schneidbohrer. Dieselben werden, wenn sie klein sind, mit dem Feilkloben oder einem kleinen Heft, wenn sie gross sind, mit einem Wendeisen in die Mutter eingedreht, die gewöhnlich in dem Schraubstock eingespannt wird. Das Wendeisen, (Tourne à gauche, *Tap wrench*) ist eine zur Aufnahme des Bohrerhalses mit viereckigen Löchern versehene Platte, an der seitwärts wie an der Kluppe zwei

---

1) Mitth. des hann. Gew.-Ver., 1836. S. 254. — Dingler's Journ., Bd. 66. S. 182.
2) Mitth. des hann. Gew.-Ver., 1842. S. 253. 3) Wertheim, Werkzeugkunde, Taf. 39.

Stiele sitzen, die der Arbeiter herumführt. — Zum Schneiden hölzerner Muttern benutzt man dahingegen oft ein hölzernes Querheft, das auf den Gewindbohrer gesteckt wird. Da es lästig und umständlich ist, für jeden Bohrer ein besonderes Wendeisen oder in einem Wendeisen eine Anzahl Löcher zu haben, so sind die sogenannten Universalwendeisen sehr in Aufnahme gekommen. Dieselben besitzen in einer dicken Platte ein quer durchgehendes quadratisches Loch und, in der Längenrichtung durch eine am Handgriff sitzende Schraube zu dem Loche diagonal verschiebbar, eine Platte mit einem rechtwinkligen Einschnitt, der mit dem oben erwähnten Loche korrespondirt, so dass durch Vorschieben dieser Platte das Loch quadratisch bleibt, aber sich verkleinert.

2. Schraubenschneiden auf der Drehbank [1]).

Da die Drehbank eine höchst passende Gelegenheit darbietet eine genau zentrische Drehbewegung hervorzubringen, so ist sie vorzüglich zum Schraubenschneiden zu verwenden, entweder in der Weise, dass sie nur den zur Schraube bestimmten Zylinder dreht, während das Schneidzeug die Schaltbewegung erhält, oder indem sie die Spindel mit dem Arbeitsstück dreht und in der Längenrichtung verschiebt, während das Schneidzeug feststeht. Beide Fälle stehen gleich häufig in Anwendung.

Zu dem ersten Fall gehört unter Anderem auch der Gebrauch des Schneideisens und der Kluppe auf der Drehbank, wobei man das Arbeitsstück mit der Spindel rotiren und die Kluppe oder das Schneideisen längs desselben herlaufen lässt, und natürlich an der Drehung verhindert.

Mit einem Spitzstahl oder Geissfuss, S. 212, dessen Spitze von dem Schraubengangwinkel gebildet ist, wird auf einem umlaufenden Zylinder ein vertiefter Schraubengang erzeugt, wenn der Stahl während einer Umdrehung der Spindel eine Längsverschiebung s ausführt, welche gleich ist der Ganghöhe h der Schraube. Soll diese Bewegung des Stahles aus freier Hand vorgenommen werden, so kann nur eine aussergewöhnliche Geschicklichkeit des Drehers eine brauchbare Schraube erzeugen, da die Führung ganz allein von der Handbewegung abhängt. Aus diesem Grunde wird daher stets eine Anordnung getroffen, welche eine gewisse Sicherheit in der Führung des Stahles hervorbringt, und zwar lediglich nach den oben näher erörterten Grundsätzen, indem man entweder die bereits entstandenen Gänge auf dem Arbeitsstück oder eine besondere Schraube als Führungsmittel benutzt. Zur Benutzung der bereits gebildeten Gänge konstruirt man das Werkzeug wieder aus einem Mutterausschnitt, welcher des bequemen Haltens wegen mit einer gehörigen Handhabe versehen und in dieser Anordnung ein Schraubstahl (Peigne, *Screw-tool*, *Comb screwing tool*) genannt wird. In Fig. 347 ist ein solcher Schraubstahl dargestellt, der speziell als i zur Erzeugung einer Schraubenspindel auswendiger Schraubstahl (Peigne mâle, *Outside screw-tool*) heisst und der mit einem inwendigen Schraubstahl (Peigne femelle, *Inside screw-tool*), Fig. 347 a, von gleicher Zahnung zusammengehört, welcher zum Schneiden der korrespondirenden Mutter dient. Sobald dann der Arbeiter mit dem ersten Zahn in der Reihe, nach vorgeschriebener Schraubenlinie, einen Gang eingeschnitten hat, tritt der zweite Zahn in diesen Gang ein,

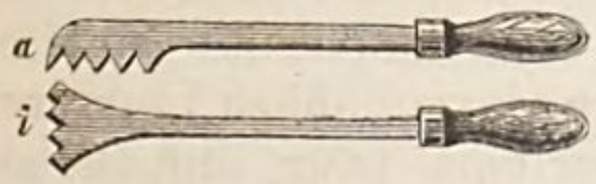


Fig. 347.

1) Prakt. Masch. Constr., 1869. S. 197; 1870. S. 157 u. 246; 1872. S. 62; 1873. S. 116 u. 252. — Publ. indust., T. 3. S. 387.

sodann der dritte u. s. f., wodurch die Führung gesichert ist. So ist man im Stande, mit diesem einfachen Werkzeug bei einiger Uebung gute Schrauben zu schneiden, und benutzt daher diese Methode sehr oft, namentlich zur Erzeugung kurzer Schrauben an hohlen dünnwandigen Körpern von grossen Durchmessern, die ein feines Gewinde erhalten müssen (Erweiterte Schrauben), an Röhren (zu Fernröhren, Mikroskopen etc.), an Hähnen, an Verschlusstücken (zum Anschrauben von Kapseln) u. s. w.

Eine noch grössere Sicherheit in der Führung entsteht jedoch, wenn man den Schraubstahl vollständig festhält (auf der Auflage oder am Support) und dem Arbeitsstück neben der Umdrehung eine entsprechende Längenverschiebung ertheilt. Das gewöhnliche Mittel dazu ist die Patrone (Schraubenpatrone, Pas de vis, *Screw-guide*). Hierunter versteht man ein kurzes, hohles Schraubenstück, welches auf das hintere Ende der Drehbankspindel gesteckt und dort festgehalten wird, genau mit der Zahnung des Schraubstahles übereinstimmt und etwa 8 bis 16 Gewindegänge enthält. Lässt man diese Patrone sodann in ein Muttergewinde eintreten, das fest liegt (Register, Clef), so schraubt sich durch die Umdrehung die Spindel mit dem Arbeitsstück in der Längenrichtung um das richtige Mass fort, vorausgesetzt, dass die Spindel in langen zylindrischen Lagern liegt und das Arbeitsstück nicht auf Spitzen läuft, sondern eingefuttert ist. Als Register wird oft ein schlank keilförmiges Holzstück benutzt, das unter die Patrone geschoben wird und in das die letztere sich erst einschneiden muss. Da hierbei die Spindel nach oben gepresst wird, und einen schädlichen Einfluss auf die Lagerung ausübt und da ausserdem die hölzernen Register leicht ungenau werden, so ist es rathsamer, Register aus Metall anzuwenden. Dann konstruirt man den ganzen Apparat in sehr empfehlenswerther Weise so, wie nebenstehende Fig. 348 zeigt [1]). Die Spindel S läuft mit zwei langen zylindrischen Zapfen in den Docken D D, umgetrieben von der Schnurscheibe T. Auf dem hinteren Ende sitzt die Patrone m durch eine Mutter fest gegen den Bund n gepresst, und durch Nuth und Keil festgehalten. Die als Register dienenden Gewindegänge sind in die Peripherie einer um die Mitte drehbaren Scheibe r (Stern) eingeschnitten, die in der Regel eine grössere Zahl (6—8) solcher Mutterabschnitte von verschiedenem Gewinde enthält, wovon zu dem jedesmaligen Gebrauch das betreffende Gewinde nach oben gekehrt wird. Der Stern sitzt an einer an der Seite der Docke liegenden verschiebbaren Platte o o, welche mit einem langen Loch um die Spindel gelegt ist, und an zwei durchgehenden Klötzchen geführt wird. Bei n enthält die Platte eine kleine Zahnstange, in welche ein Trieb eingreift, das durch den Handhebel h gedreht wird, und demnach die Platte o o mit dem Stern hebt und senkt, so dass das Register sich gegen die Patrone legt oder sich davon ablöst, wodurch also eine Fortschraubung der Spindel S herbeigeführt oder aufgehoben wird. Oberhalb der Spindel sitzt an der Platte o o noch ein halbrunder Sattel u, der sich also mit ihr hebt und senkt. Beim Niederlassen des Sterns legt sich dieser Sattel auf die Spindel gegen den Bund n und hebt die Längsbeweglichkeit der Spindel auf. Beim Aufsteigen hebt er sich

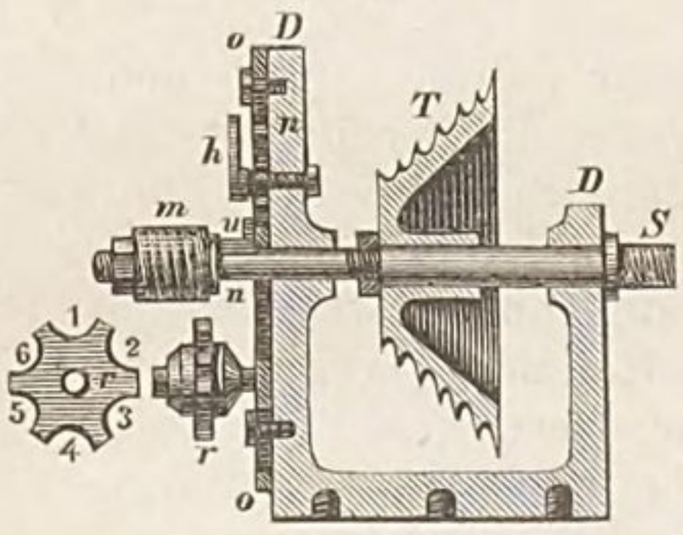


Fig. 348.

1) Mitth. des hann. Gew.-Ver., 1866. S. 149.

von der Spindel so weit ab, dass die Patrone ungehindert sich mit der Spindel darunter herbewegen kann. Statt dieser Anordnung sind noch manche andere vorhanden [1]). Da sie jedoch keine Vorzüge haben, so können sie hier übergangen werden.

Dass man beim Gebrauch dieser Drehbank der Spindel eine abwechselnde Drehrichtung ertheilen muss, um den Schraubstahl immer von Neuem zum Angriff zu bringen und dass die Drehbank, welche mit Patronen ausgestattet ist, ohne Weiteres als gewöhnliche Drehbank benutzt werden kann, bedarf nur der Andeutung.

Die vollkommenste Einrichtung der Drehbank entsteht übrigens, wenn das Arbeitsstück in Drehbewegung versetzt wird und der Stahl von dieser Drehbewegung aus, also von ihr abhängig, eine Längsverschiebung erhält. Da diese Einrichtung aber vollständig in den Support-Leitschrauben-Drehbänken vorhanden ist, so dienen diese ohne Weiteres auch zum Schneiden namentlich langer Schrauben, wie sie als Leitschrauben für die verschiedenen Werkzeugmaschinen und Theile derselben jetzt so häufig hergestellt werden müssen. Es handelt sich dabei ausschliesslich nur um das Bewegungsverhältniss zwischen Arbeitsstück und Support oder Drehbankspindel und Leitschraube. Ist nämlich s die Steigung der zu erzeugenden Schraube und s_1 die Steigung der Leitschraube, so wird im Allgemeinen stattfinden

$$\frac{s}{s_1} = n \text{ oder } s = n \,.\, s_1$$

wo n sowohl eine Ganzzahl als ein Bruch sein kann. Um nun die Steigung s_1 zu erzeugen, muss die Leitschraube soviel Umdrehungen während einer Umdrehung des Arbeitsstückes machen, als der reziproke Werth von n angiebt. Ist beispielsweise $s_1 = 15$ mm. und es soll eine Schraube von 3 mm. Steigung s geschnitten werden, so ist $n = \frac{1}{5}$. Mithin muss sich das Arbeitsstück fünfmal drehen, während die Leitschraube eine Umdrehung macht, so dass eine Uebersetzung $\frac{5}{1}$ stattfinden muss. Hätte die zu schneidende Schraube jedoch 25 mm. Steigung, so wäre $n = \frac{5}{3}$, also eine Uebersetzung $\frac{3}{5}$ erforderlich.

Bei einem bestimmten Schraubensystem, d. h. einem bestimmten Verhältniss zwischen Ganghöhe s und Durchmesser d kann man aber s im Durchmesser ausdrücken, also auch leicht die Beziehung fesstellen, welche zwischen d und s_1 vorhanden ist. Nimmt man z. B. bei einer flachgängigen Schraube (S. 370) an $s = \frac{d}{5}$, wonach $d = 5\,s$ ist, so ist nach der Formel

$$s = s_1 n$$

$$\frac{d}{5} = s_1 n$$

$$n = \frac{d}{5 \,.\, s_1}.$$

Ist nun wieder z. B. $s_1 = 15$, so findet Statt

$$n = \frac{d}{5 \,.\, 15} = \frac{d}{75}.$$

Soll daher eine flachgängige Schraube vom Durchmesser $d = 30$ mm. geschnitten werden auf der Drehbank, deren Leitschraube die Steigung $s_1 = 15$ mm. besitzt, so ist die Uebersetzung zu nehmen 5 : 2.

---

1) Prakt. Masch. Constr., 1871. S. 112.

Hiernach werden nun die Wechselrädertabellen [1]) für die Drehbänke berechnet, wovon die folgende als Beispiel dienen mag:

Nummer des Gewindes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Schraubendurchmesser in Zoll	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
Zahl der Gänge auf 1 Zoll	20	18	16	14	12	11	10	9	8	7	7
Zähne-Zahl: Rad an der Spindel	28	40	20	40	22	24	18	20	23	20	20
Zähne-Zahl: Rad an der Leitschraube	70	90	40	70	132	132	90	90	132	70	70
Nummer des Gewindes	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Schraubendurchmesser in Zoll	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{4}$
Zahl der Gänge auf 1 Zoll	6	6	5	5	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	4	4	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$
Zähne-Zahl: Rad an der Spindel	44	44	28	28	40	40	20	20	40	40	32
Zähne-Zahl: Rad an der Leitschraube	132	132	70	70	90	90	40	40	70	70	52
Nummer des Gewindes	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Schraubendurchmesser in Zoll	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	4	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{3}{4}$	5	$5\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{3}{4}$	6
Zahl der Gänge auf 1 Zoll	$3\frac{1}{4}$	3	3	$2\frac{7}{8}$	$2\frac{7}{8}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
Zähne-Zahl: Rad an der Spindel	32	28	28	32	32	32	32	32	32	32	32
Zähne-Zahl: Rad an der Leitschraube	52	42	42	46	46	44	44	42	42	40	40

Die Genauigkeit der auf der Leitspindel-Drehbank erzeugten Massivschraube oder Mutter hängt wesentlich ab von der Genauigkeit der Leitschraubentheilung und deren Zusammenpassen mit der Supportmutter, bei dem der todte Gang möglichst beseitigt werden muss, z. B. dadurch, dass die Mutter aufgeschnitten und federnd gegen die Schraube gelegt wird.

Da die Leitschraubentheilung mitunter zu wünschen übrig lässt, so hat man auch andere Vorrichtungen zur Bewegung des Supports in Vorschlag gebracht [2]). Um Schrauben von bestimmter Länge zu schneiden, hat man Ausrückvorrichtungen ausgedacht, welche den Schneidstahl an dem Ende der Schraube nicht nur von der Spindel abheben, sondern auch die Support-Rückwärtsbewegung selbstthätig veranlassen [3]).

3. Schraubenschneiden auf besonderen Maschinen.

(Schraubenschneidmaschinen. Machine à tailler les vis, M. à fileter. *Screw cutting engine.* [4])

Streng genommen bildet die zum Schraubenschneiden mit Leitschraube ausgestattete Drehbank eine vollständige und höchst vollkommene Schraubenschneidmaschine. Da sie aber auch zu anderen Arbeiten Verwendung findet, so mögen allein die speziell zum Schraubenschneiden konstruirten Maschinen für die fabrikmässige Anfertigung der kleinen Uhrmacherschrauben bis hinauf zu den grossen Schraubenbolzen die erwähnte Bezeichnung bekommen. Der Verschiedenheit des in diesen Maschinen thätigen Werkzeuges wegen muss man auch wieder die Spindelschneidmaschine von der Mutterschneidmaschine unterscheiden, da bei der ersten Schneidbacken, bei der zweiten Schneidbohrer zur Wirkung gebracht werden. — Ge-

---

1) Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 6; 1873. S. 5. 2) Deutsch. Ind.-Zeit., 1869. S. 252. — Polyt. Centr., 1869. S. 717. 3) Polyt. Centr., 1873. S. 351. 4) Hart, Werkzeugm., S. 322. — Wiebe, Masch.-Baumat., S. 604. — Hütte, 1860. Taf. 14; 1867. Taf. 10. — Skizzenb., 1869. Heft 65. Taf. 5; 1873. Heft 86. Taf. 6. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1864. S. 219; 1869. S. 407. — Civiling., 1864. S. 21. — Publ. ind., Bd. 3. S. 37; Bd. 5. S. 77; Bd. 10. S. 321 u. 471; Bd. 17. S. 383; Bd. 20. S. 73; Bd. 21. S. 8. — Prakt. Masch.-Const, 1868. S. 189 u. 236; 1870. S. 97 und 247; 1872. S. 132; 1873. S. 35; 1875. S. 39. — Mitth. des hann. Gew.-Ver., 1862. S. 138 u. 224. — Polyt. Centr., 1859. S. 427; 1860. S. 509 u. 787; 1862. S. 1608; 1870. S. 24; 1874. S. 230 u. 1004. — Dingler's Journ, Bd. 155. S. 82 u. 213; Bd. 167. S. 9; Bd. 193. S. 116; Bd. 197. S. 6; Bd. 212. S. 445; Bd. 213. S. 44 u. 57; Bd. 218. S. 20.

wöhnlich ist jedoch dabei die Anordnung getroffen, eine und dieselbe Maschine für beide Zwecke benutzen zu können.

Im Allgemeinen haben die Schraubenschneidmaschinen eine grosse Verwandtschaft mit der Drehbank zum Schraubenschneiden. Der Hauptunterschied liegt darin, dass die ersteren mit Backen oder Bohrern ausgestattet, vollständig die Handarbeit nachahmen, während auf den letzteren durchgehends mit Schraubstählen gearbeitet wird. Je nach der Art, wie die Arbeits- oder Schaltbewegung vertheilt ist, können die verschiedenen Systeme unter folgende vier Kategorien gebracht werden.

a) Das Arbeitsstück (Spindel oder Mutter) dreht und verschiebt sich, das Werkzeug (Kluppe oder Schneideisen) steht still.

b) Das Arbeitsstück steht still, das Werkzeug dreht und verschiebt sich.

c) Das Arbeitsstück dreht sich, das Werkzeug verschiebt sich.

d) Das Arbeitsstück verschiebt sich, das Werkzeug dreht sich.

Im ersten Falle ist die Anordnung gewöhnlich folgende: Auf einem kurzen Drehbankgestell liegt in den Spindeldocken zunächst zur Aufnahme des zu schneidenden Zylinders (Bolzen) eine hohle Spindel, die nicht nur drehbar, sondern auch um die Länge der zu schneidenden Schraube in Lagern verschiebbar ist. Auf dieser Hohlspindel sitzt bei grossen Maschinen ein Zahnrad, welches durch ein Trieb und Riemenvorgelege gedreht wird und die in diesem Rade verschiebbare Spindel durch Nuth und Feder mitnimmt. Bei kleineren Maschinen sind direkt auf der Spindel Stufenscheiben zum Antrieb angebracht. Das vordere Spindelende besitzt einen Zentrirkopf zur Aufnahme des Arbeitsstückes. Vor diesem Zentrirkopf befindet sich auf demselben Gestell statt des Reitstockes ein Rahmen zum Einspannen des Werkzeuges. Soll nun mit dieser Maschine eine Massivschraube geschnitten werden, so wird die dazu vorbereitete Metallstange durch den Zentrirkopf mit der Spindel verbunden und gegen die in dem Rahmen sitzenden Backen gerückt. Während die Spindel dann in Umdrehung versetzt wird, schraubt sich das Arbeitsstück in die Kluppe ein und erhält die Gänge. Zum Schneiden der Mutter wird die letztere in den Zentrirkopf gebracht und der Bohrer in den Rahmen. Der Vorgang ist dann derselbe.

Der zweite Fall ist genau das Umgekehrte des ersten, indem die Schneidbacken oder der Schneidbohrer in den Zentrirkopf, der zur Schraube bestimmte Zylinder oder die Mutter in den Rahmen eingespannt wird.

Im dritten Falle wird das Arbeitsstück mit der Drehspindel verbunden, das Werkzeug mit dem Rahmen, der sich nunmehr verschiebt. In der Regel wird zu dem Zwecke das Bett aus parallelen, horizontalen Führungsstangen gebildet, zwischen denen der Rahmen geführt wird, der dann entweder Schneidbacken oder Schneidbohrer aufnimmt.

Der vierte Fall ist desgleichen eine Umkehrung des dritten, und erledigt sich auch unmittelbar dadurch, dass man das Werkzeug mit der Drehspindel und das Arbeitsstück mit dem verschiebbaren Rahmen verbindet.

Diese vier Systeme gestatten noch insofern eine Modifikation, als man eine und dieselbe Maschine nach einem System zum Schneiden der Schraubenspindeln und nach dem anderen zum Schneiden der Muttern verwendet. — So ist z. B. eine Anordnung beliebt, wobei zum Schneiden der Massivschraube die Kluppe, aber zum Schneiden der Mutter diese, und nicht der Bohrer, in dem Rahmen sich befindet.

Die Ausstattung dieser Schraubenschneidmaschinen mit gewöhnlichen zwei- oder dreibackigen Kluppen verlangt eine mehrmalige Wiederholung

des Schneidens, weil die Kluppe das Gewinde nicht auf einmal fertigschneiden kann, sondern mehrmals angreifen, also nachgestellt werden muss. Daher sind hierbei Umsteuerungsvorrichtungen anzubringen, welche abwechselnd eine Vor- und Rückwärtsbewegung der Drehspindel erzeugen und gewöhnlich selbstthätig durch einen offenen und einen gekreuzten Riemen wirken. In Folge dessen wird die Schraubenfabrikation langwierig und theuer. — In neuester Zeit stattet man daher die Schraubenschneidmaschine so aus, dass die Schraube oder Mutter in einem Durchgang fertig wird, wodurch das Hin- und Herbewegen der Spindel überflüssig und eine Drehrichtung beibehalten wird. Weil dann natürlich auch das Herausdrehen der fertigen Schraube aus der Kluppe oder des Bohrers aus der Mutter wegfällt, so erhalten auch diese Werkzeuge zu solchem Zwecke besondere Einrichtungen. Entweder nämlich wird die Kluppe auf dem Gestell gleitend angebracht und nach dem Prinzip der Scharnierkluppe aus zwei Stücken gebildet, welche sich schnell einander nähern oder von einander entfernen lassen, gewöhnlich dadurch, dass man sie parallelschraubstockartig anordnet und mit einer zur einen Hälfte linken und zur anderen Hälfte rechten Schraube bewegt. Oder es wird eine dreibackige Kluppe mit dem Kopf der Drehspindel verbunden und die Bewegung der Backen durch exzentrische Nuthen, ähnlich wie bei der S. 385 angegebenen Kluppe hervorgebracht. Um beim Mutterschneiden das Zurückdrehen des Bohrers überflüssig zu machen, wird der letztere so eingerichtet, dass er ganz durch die Mutter hindurchgehen und am anderen Ende herausgenommen werden kann.

Zur weiteren Erklärung des oben Angegebenen mag hier, mit Hilfe der Zeichnung Fig. 349, die Beschreibung einer der vorzüglichsten Schraubenschneidmaschinen (System Sellers) mit einer Drehung folgen. Die Arbeitsspindel S trägt zunächst am Kopfe K die drei Schneidbacken A, welche, wie aus der Figur zu erkennen ist, in einer Kapsel liegen, deren Deckel d mit exzentrisch angebrachten Rippen versehen ist, welche in entsprechende Einschnitte der Backen greifen und diese nicht nur festhalten, sondern auch durch relative Drehung gegen den Boden c der Kapsel radial verschieben, während die Backen in radialen Nuthen dieser Kapsel geführt werden.

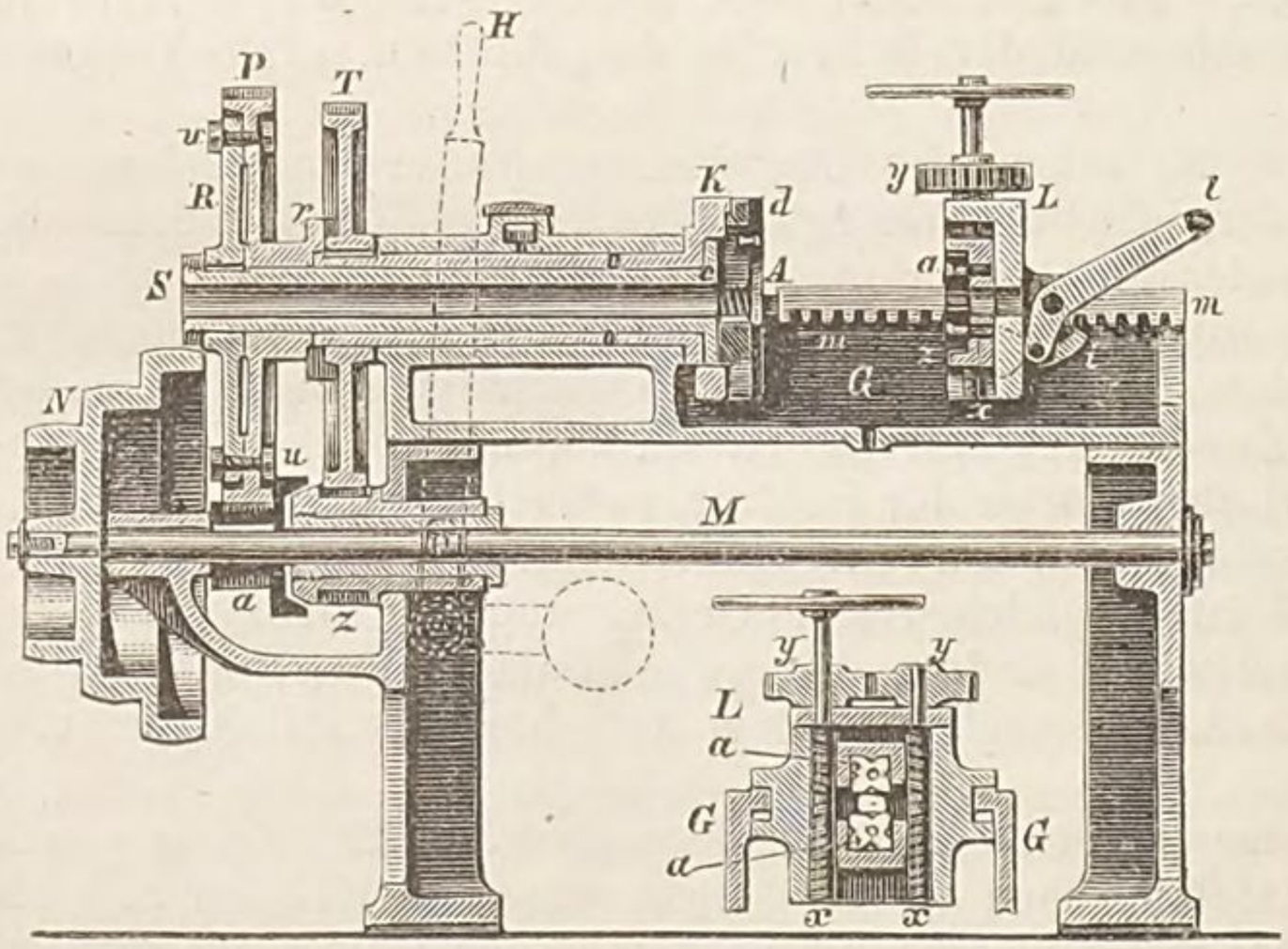


Fig. 349.

Der Antrieb der Hohlspindel erfolgt vermittelst des Riemenvorgeleges N, welches die Welle M in Drehung setzt, die nun durch das Trieb a auf das Zahnrad P übertragen wird. Dieses Zahnrad P sitzt lose auf der Hohlspindel S, ist aber durch die Schrauben u u gekuppelt mit dem Mitnehmer R der auf der Spindel S festgekeilt ist. Zur selbst-

ständigen Ein- und Ausrückung der Schneidbacken, also zur Erzeugung der Relativbewegung zwischen dem Kapseldeckel d und dem Kapselboden e dient, nun folgende Einrichtung. Um die Hohlspindel drehbar liegt das Rohr o am vorderen Ende K mit der Deckelplatte d fest verbunden. Daselbe trägt bei T ein Zahnrad, welches zunächst durch ein Stück r des Rades P, das zwischen die Speichen greift, mitgenommen wird. In diesem Zustande drehen sich sämmtliche Theile gleichmässig mit und das Schneiden des eingeschobenen Bolzens erfolgt. Auf der Welle M ist lose ein Zahnrad z angebracht, welches durch den Hebel H verschoben werden kann. Auf der linken Seite ist dies Trieb mit einer Kegelfläche versehen, welches durch den Hebel H in den Hohlkegel des Triebes a eingedrückt werden kann. Nach dieser Einkuppelung entsteht zwischen dem Rade P und T eine Relativ-Bewegung, da die Radien der beiden Triebe also auch der beiden Zahnräder P und R verschieden sind. Dadurch erfolgt eine Verdrehung des Kapselbodens c gegen den Deckel d und ein Oeffnen der Backen A. Das Schliessen erfolgt sodann einfach durch entgegengesetzte Bewegung des Hebels H, wodurch das Trieb gegen den Rand des Gestelles gedrückt und somit sich mitzudrehen verhindert wird. — Der Bolzen, der geschnitten werden soll, wird von einem Support L festgehalten, der auf den Rändern des Gestelles ruht, aber während des Schneidens von dem gebildeten Gewinde selbstthätig verschoben wird. Zum Festklemmen des Bolzens dienen ausgekerbte Klötze a, welche mit halben Gewinden an zwei Schrauben x hängen, die rechte und linke Gewinde haben, durch zwei Zahnrädchen y mit einander gekuppelt sind und durch das Handrad gedreht werden. Um beim ersten Angriff den Bolzen kräftig gegen die Kluppe drücken zu können, ist ein Schubhebel l angebracht, dessen Zahn i in die Zähne der Stange m m einfällt, so dass bei der Aufwärtsbewegung dieses Hebels der Bolzen vorgedrückt wird. Beim Mutterschneiden werden die Schneidbacken A aus der Kapsel herausgenommen und statt ihrer eine Büchse eingesteckt, welche den Bohrer aufnimmt, und die mitgenommen wird von einem Keil, der die Gestalt eines Schneidbackens hat, auch ebenso in die Kapsel eingelegt wird und in eine Nuth der genannten Büchse eintritt. Die Mutter wird dann statt des Bolzens in den Support eingeklemmt.

Die gewöhnliche Aufstellung der Schraubenschneidmaschine ist die erwähnte drehbankartige. Mitunter kommt jedoch eine vertikale Aufstellung vor. Die ganze Anordnung hat dann eine grosse Aehnlichkeit mit einer Säulenbohrmaschine. Um den einmal vorhandenen Betriebsmechanismus vollständig auszunutzen, ist die vertikale Maschin ein der Regel mehrspindelig [1]). Es befinden sich dann an einer runden, aufrecht, stehenden Säule gleichmässig vertheilt mehrere (4—6) damit parallel gestellte Spindeln, welche durch ein langes um die Säule laufendes Stirnrad in Drehbewegung versetzt und im Moment des Angriffs durch belastete Hebel niedergedrückt werden. Am unteren Ende jeder Spindel sitzt ein Kopf zur Aufnahme eines Bohrers, wenn Muttern geschnitten werden sollen, oder des Schaftes, wenn man Massivschrauben schneiden will. Die Mutter oder die Schneidbacken liegen auf einem runden Tisch, gehörig eingeklemmt, unter den Spindeln. Dieser Tisch lässt sich mit den Spindeln endlich noch um die Säule drehen, so dass der Arbeiter an einer Stelle stehend die ganze Maschine bedienen kann. Der Hauptvortheil dieser Aufstellung ist Raumersparniss, da die angedeutete Maschine kaum den Platz einer

1) Polyt. Centr. 1865. S. 625.

Schraubenschneidmaschine einnimmt, aber 4 bis 6 solcher Maschinen vertritt.

Zur fabrikmässigen Anfertigung von Schrauben aus Draht und runden Stäben für die Bedürfnisse der Mechaniker, Nähmaschinen- und Gewehrfabrikanten u. s. w. ist eine Anordnung sehr empfehlenswerth, welche sämmtliche Arbeiten an dem Draht vornimmt, ohne ein Umspannen erforderlich zu machen. Die Arbeiten sind der Reihe nach: 1) das Abdrehen des Drahtes bis zur Dicke der Schraube und in der Länge des Schraubenschaftes; 2) das Anschneiden des Gewindes; 3) das Abdrehen des zylindrischen Kopfes; 4) das Abstechen von dem Draht. Die hierbei angewendete drehbankartige Maschine[1]) hat zunächst eine hohle Spindel, durch die ein längeres Drahtstück eingeschoben wird, so dass es aus dem Kopf in der Länge der anzufertigenden Schraube hervorsteht. Eine einfache Klemme befestigt den Draht in der Spindel. Auf den Wangen ist ein Schieber angebracht, der durch einen Hebel oder durch Zahnstange mit Trieb längs der Wangen verschoben werden kann. Dieser Schieber trägt eine runde, um einen vertikalen Bolzen drehbare cylindrische Scheibe (Revolverscheibe), welche mehrere radial laufende Bohrungen besitzt, die in der horizontalen Spindelachsen-Ebene liegen. In diese Bohrungen werden nun die einzelnen Werkzeuge zur Bearbeitung des Drahtstückes gesteckt: eine in der Längenrichtung durchbohrte Fräse mit den Schneiden an der Stirn, um die Schraubenspindel bis zum Kopfe abzudrehen; ein ungetheiltes Muttergewinde zum Schneiden der Schraube; eine vertieft konische Fräse für versenkte Köpfe u. s. w. Durch entsprechende Drehung des Revolverkopfes und Verschiebung dessen Trägers gegen die Drehspindel werden die betreffenden Werkzeuge in bestimmter Reihenfolge zur Wirkung gebracht und die Schraube bis aufs Abstechen von dem Draht fertig gemacht. Zum Abstechen dient dann ein kleiner Quersupport mit einem Stichel, der unmittelbar vor dem Spindelkopf sitzt.

Bei den ordinären und den grossen Schrauben und Schraubbolzen wird der Kopf nicht dadurch gebildet, dass man einen runden Draht oder Stab von der Dicke des Kopfes an dem Schraubenstahl bis auf den Kern abdreht, sondern dadurch, dass man einen Stab von der Dicke des Kerns verwendet und den Kopf besonders bildet. Dies geschieht nun entweder durch Stauchen, S. 189, oder bei Eisen und Stahl durch Anschweissen eines umgelegten Ringes nnd Ausbilden desselben in Gesenken. Das Stauchen[2]) findet bei kleinen Schrauben kalt, bei grösseren warm Statt. Das Nähere darüber wird später bei den Nieten angegeben werden. — Die Muttern kleinerer Schrauben werden aus Blech ausgestossen und durch Bohren oder Ausstossen gelocht. Die grösseren Muttern werden auf dreierlei Weise hergestellt: 1) durch Schmieden einer Stange über dem Dorn, S. 190, und Ausbilden dieses sechs- oder vierkantigen Ringes im Gesenk; und 2) durch Ausstossen aus einer glühenden Stange von der Dicke der Mutterhöhe, (Muttereisen) in einem kräftigen Durchschnitt von der Einrichtung wie sie S. 229 beschrieben. Die Stempel und Matrizen enthalten dann zugleich die Höhlungen, welche die Wölbungen der Muttern erzeugen; 3) durch Abschneiden kurzer Stücke von gewalzten Stangen, deren Querschnitt dem der Mutter gleicht, S. 195. Entweder werden dann die Abschnitte mit der Säge von der Stange getrennt und nachträglich gebohrt, abgefrässt (Mutterfräsmaschine), oder abgestossen (Mutterstoss-

1) Publ. ind., Bd. 17. S. 328. 2) Publ. ind., Bd. 15. S. 391. — Prakt. Masch.-Constr., 1874. S. 218. — Polyt. Centr. 1867. S. 436; 1870. S. 165. — Dingler's Journ., Bd. 195. S. 296.

maschine) und auf der Drehbank gewölbt, oder es wird die sechskantige Stange in die hohle Spindel einer Mutterschneidmaschine [1]) gebracht und darin der Reihe nach zuerst in der Achsenrichtung eingebohrt, dann mit dem Gewinde versehen und endlich gewölbt und von der Stange abgestochen.

Fünftes Kapitel.

Formgebung durch Verbindung und Zusammenfügung.

In der Metall- und Holztechnik kommt eine zahllose Menge von Gegenständen vor, welche theils wegen ihrer Grösse (z. B. Bauwerke), theils wegen ihrer verwickelten Gestaltung (Maschinen und Apparate aller Art), theils wegen der gleichzeitigen Verwendung verschiedener Materialien (Holz und Eisen, Eisen mit Kupfer, Messing u. s. w.) aus einzelnen Theilen zusammengesetzt werden müssen; andererseits giebt es eine grosse Anzahl von Gegenständen deren Anfertigung aus einem Stück grosse Mühe macht und bedeutende Geschicklichkeit fordert, aber schnell, sauber, leicht und billig erfolgt, wenn dieselben aus einzelnen Stücken hergestellt werden, die, mit einander verbunden, das Ganze bilden (viele Arbeiten des Kupferschmiedes, Klempners, Schlossers, Tischlers u. s. w.); ferner fordert der Gebrauch an manchen Gegenständen die zeitweilige Entfernung einzel ner Theile [um zu anderen Theilen gelangen, abgenutzte, schlechte oder sonstige Stücke gegen neue, gute oder andere auswechseln zu können (Röhren in Dampfkesseln etc., Werkzeuge an Werkzeugmaschinen u. s. w.)], oder ein vollständiges Auseinandernehmen (zum Zwecke der Reparatur, der Reinigung etc.), also demgemäss eine lösbare Zusammensetzung. — Daher ist die Kenntniss von den Verbindungs- und Zusammenfügungsmethoden für die Metall- und Holzverarbeitung von grosser Wichtigkeit.

Die Natur dieser Verbindungen ist im Allgemeinen verschieden, je nachdem es sich darum handelt eine lösbare oder eine feste Zusammenfügung herzustellen, d. h. je nachdem eine zukünftige Trennung vorgesehen oder nicht vorgesehen wird.

Die Verbindung selbst kann dabei mit verschiedenen Mitteln herbeigeführt werden; einige Metalle (Schmiedeisen, Stahl, Kupfer, Nickel, Platin) haben die Eigenschaft in starker Hitze unter Druck sich zu verbinden (Schweissen), von welcher Eigenschaft man, namentlich bei der Verarbeitung von Schmiedeisen und Stahl, den ausgedehntesten Gebrauch macht. — Fast sämmtliche Metalle und Metallmischungen lassen sich dadurch vereinigen, dass man zwischen die genügend erwärmten Verbindungsstellen ein flüssiges Metall bringt, das gehörig anhaftet und nach dem Erkalten die Theile zusammenhält (Löthen). — Metalle sowohl als Holz können ferner oft bequem dadurch verbunden werden, dass man die Verbindungsstellen mit stark adhärirenden Mitteln bestreicht und so lange einem Druck aussetzt, bis diese fest geworden sind (Kitten, Leimen). — Die Metalle namentlich verändern durch Erwärmung und Abkühlung bedeutend ihre Dimensionen, indem sie sich ausdehnen und zusammenziehen. Schiebt man daher z. B. auf einen kalten Zylinder einen heissen Ring, so wird sich der letztere, bei richtigen Abmessungen, durch die Zusammenziehung (Schwinden) festklemmen (Schwund- oder Zwängverbindungen). Hiermit verwandt ist die Verbindung durch umgelegte und angetriebene

1) Mitth. des hann. Gew.-Ver., 1862. S. 138.

Reifen und Bänder. — Eine grosse Anzahl von Verbindungen, sowohl bei Metall als Holz (namentlich aber bei letzterem) wird durch eigenthümliche und sehr mannigfaltige Gestaltung der verbindenden Theile hergestellt (Formverbindungen). — Endlich kann die Vereinigung zweier oder mehrerer Theile zu einem Ganzen mit Hilfe dritter Körper (Nägel, Dippel, Niete, Schrauben etc.) sowohl fest als lösbar erzeugt werden.

Diese genannten Verbindungsmittel und Methoden stehen sämmtlich in der allgemeinsten Verwendung nicht nur einzeln für sich, sondern auch in Kombinationen, und sowohl bei Metall- als Holzgegenständen.

I. **Verbindung durch Schweissen.** (Souder, Soudure, *Welding*.)

Wenn zwar ausser Schmiedeisen und Stahl, auch Kupfer, Nickel und Platin schweissbar sind, so wird doch die Schweissbarkeit der letzten drei Metalle wenig benutzt, weshalb hier nur das Zusammenschweissen von Schmiedeisen mit Schmiedeisen oder Stahl in Betracht gezogen werden soll. — Eine vollendete Schweissung setzt die innigste Verbindung der Schweisstellen voraus, und um diese zu erhalten ist vor Allem erforderlich: 1) gehörige Erwärmung der Schweisstellen; 2) absolute Reinheit (vollständig oxydfreie Oberfläche) derselben, und 3) schnelle Manipulation zum Zwecke der Vereinigung durch Hämmern oder Pressen. — Die Festigkeit der geschweissten Stellen hängt jedoch noch wesentlich von der Grösse und auch von der Gestalt derjenigen Flächen ab, an welchen die Schweissung stattfinden soll. Deshalb wird die Anhaftestelle so gross gemacht, als es die Natur des Arbeitsstückes gestattet, und so zu gestalten gesucht, dass man sicher und bequem den zur Vereinigung erforderlichen Druck auszuüben vermag. Aus diesem Grunde werden zwei Stäbe die miteinander verbunden (Anschweissen, Aufschweissen, *Shuting together*) werden sollen, nicht stumpf gegeneinander gelegt, sondern vorher durch Abfinnen, S. 189, zungenartig abgeplattet und mit diesen Abplattungen aufeinander gelegt; oder es wird das eine Stück gabelartig aufgespalten und das andere keilförmig geschmidete Stück in diesen Spalt gesteckt. Diese Methode findet namentlich oft Anwendung, wenn Schmiedeisen mit Stahl zusammenzuschweissen ist (Verstählen, Anstählen, Vorstählen, Aciérer, Acérer, *Steeling*). Die Finne eines Hammers, die Schneide einer Axt z. B., werden aus Stahl gebildet, während der Werkzeugkörper selbst aus Eisen besteht. Der Hammerkörper wird zur Aufnahme der Stahlfinne aufgespalten und dann ein Stahlkeil in diesen Spalt geschoben und damit zusammengeschweisst. Bei der Anfertigung einer Axt tritt eine Modifikation dieses Verfahrens dadurch ein, dass man eine Eisenschiene von entsprechender Länge zunächst an beiden Enden schaufelförmig plattschmiedet, dann in der Mitte zur Bildung der Haube zusammenbiegt, und nun zwischen die, eine Zange bildenden Enden das anzuschweissende Stahlstück legt. Müssen zwei oder mehrere Stangen unter einem Winkel zusammengeschweisst werden, so werden die Hauptstücke durch den Aufhauer, S. 233, oder Stieldurchschlag, S. 227, mit einem Spalt oder einem Loch versehen, in welches die Seitenstücke eingesteckt werden (z. B. die schmiedeisernen Achshalter der Eisenbahnfuhrwerke). — Mitunter werden sogar besondere Formungen (Schwalbenschwänze und dergl.) gewählt, um eine sichere Schweissung zu bewerkstelligen, z. B. beim Zusammenschweissen der einzelnen Theile zur Anfertigung der schmiedeisernen Räder für Eisenbahnfahrzeuge[1]). Besonders schwierig ist die Verbindung von Stahl mit Eisen

1) Petzoldt, Fabrikation von Eisenb.-Mat., S. 129.

an grösseren Flächen, z. B. beim Aufschweissen der Ambos- und Hammerbahnen, wo der fortgesetzte Gebrauch ein Loslösen leicht herbeiführt. Mehrere Methoden sind zu diesem Zwecke in Anwendung. — Am besten gelingen solche Schweissungen, wenn der Stahl auf das weissglühende mit reiner Oberfläche versehene Schmiedeisen gegossen wird, oder wenn durch ein Bindemittel der Uebergang von Schmiedeisen zu Stahl vermittelt wird. Ein solches Bindemittel ist das kohlenstoffreiche Schmiedeisen «Feinkorneisen», S. 16. So werden unter Anderem die Stahlkopfschinen dadurch hergestellt, dass man sehniges Eisen (zum Fuss) zuerst mit Feinkorneisen und dann mit Stahl (zum Kopf) zusammenschweisst.

Die Hitze, bei welcher das Schweissen gut und sicher von Statten geht, die Schweisshitze, ist bei Schmiedeisen die Weissglühhitze, bei Stahl, der in dieser Hitze zu weich wird und daher der vereinigenden Pressung ausweicht und auch leicht verbrennt, die Rothglühhitze. Wenn Eisen mit Stahl verschweisst wird und der letztere nicht zu dick ist, genügt oft eine Dunkelrothglühhitze des Stahls, da sich derselbe an dem weissglühenden Eisen leicht genügend weiter erwärmt. Die richtige Wahl der Hitze beim Stahl kann nur durch Uebung und Erfahrung sicher getroffen werden, da die verschiedenen Stahlsorten auch verschiedene Schweisshitze haben. Zur Erhitzung des Materials bedient man sich derjenigen Herde und Oefen, die S. 135 u. f. ausführlich beschrieben sind; am häufigsten jedoch wird der Schmiedeherd dazu benutzt. Je nach der Beschaffenheit der zu vereinigenden Stücke, werden dieselben, einzeln oder provisorisch mit einander verbunden, erwärmt. So wird z. B. zum Anschweissen eines Bolzenkopfes, der Kopf vorher als Ring um den Bolzen gelegt; manche Stücke sind so geformt, dass sie sich gegenseitig einklemmen; andere wieder können mit Draht etc. zusammengehalten werden.

Bei der hohen Hitze, welche die Schweissung verlangt, ist die Verwandtschaft des Eisens zum Sauerstoff so gross, dass eine starke Oxydation, oft verbunden mit Funkensprühen (Verbrennen) zu befürchten steht, wenn nicht gehörig für den Abschluss der Luft Sorge getragen wird. Zum Theil kann durch richtige aufmerksame Behandlung des Feuers diese Oxydation vermieden werden. Besser und sicherer jedoch ist es in diesem Falle, auf der Oberfläche der Arbeitsstücke eine schützende Hülle zu bilden, welche so beschaffen ist, dass sie nicht nur die Luft abhält, sondern auch nach ihrer Entfernung die reine metallische Oberfläche zurücklässt. Da der auf der Oberfläche entstehende Glühspan auf sehr einfache Weise in ein leicht schmelzbares und flüssiges Oxydul-Silikat verwandelt werden kann, indem man etwas Sand darauf streut, und da dieses Silikat nicht nur den gehörigen Schutz gewährt, sondern auch leicht abfliesst und dann eine blanke Metallfläche zurücklässt, so wird beim Erwärmen des Eisens zum Zweck des Schweissens Sand (Schweissand) auf dasselbe geworfen. In manchen Fällen, namentlich bei Stahl, verwendet man statt des Sandes auch gestossenes Glas, Boraxpulver oder sogenanntes Schweisspulver. Das letztere besteht, wenn es wirksam sein soll, aus Eisenschlacke bildenden, oder reduzirenden Substanzen; in der Regel ist es eine Mischung von Borax, Kochsalz und Blutlaugensalz in mancherlei Verhältnissen gemischt, die auf die Schweisstelle aufgetragen wird. Ein gutes Schweisspulver zum Schweissen von Stahl auf Eisen ist zusammengesetzt aus 35,6 Borsäure, 30,1 trockenes Kochsalz, 26,7 Blutlaugensalz und 7,6 Kolophonium, oder zum Zusammenschweissen von Stahl auf Stahl: 41,5 Borsäure, 35 trockenes Kochsalz, 15,5 Blutlaugensalz, 8,0 kalzinirte Soda.

---

1) Karmarsch-Hartig, Techn., I. S. 188. — Techn. Encyklop., Bd. 13. S. 70.

Die Vereinigung der gehörig durch Erhitzen etc. vorbereiteten Eisen- oder Stahlstücke geschieht, nachdem sie rasch und behende auf den Ambos und in die richtige Lage gebracht sind, gewöhnlich durch Hämmern, mitunter durch Pressen. Die Hammerschläge, welche zu Anfang wegen der Weichheit des Eisens nicht zu heftig sein dürfen, aber schnell aufeinander folgen müssen, sind so zu führen, dass die zwischen den Verbindungsstellen vorhandene Schlacke leicht seitwärts ausfliessen kann. Deshalb erfolgen die ersten Schläge in der Mitte der Arbeitsstückes und die späteren allmählich dem Rande zu. Mit der Abnahme der Hitze ist sodann die Kraft der Schläge zu steigern. Dass zur Hervorbringung derselben Wirkung für grössere Stücke die mechanischen Hämmer verwendet werden, bedarf wohl kaum der Andeutung.

Da es die Natur des Stosses mit sich bringt, dass die lebendige Kraft, die durch die Hammerschläge der Metallmasse mitgetheilt wird, von dieser aufgenommen wird, ohne mitunter an die Schweisstellen zu kommen, so kann es bei grossen Arbeitsstücken nicht Wunder nehmen, wenn der Erfolg eines andauernden Druckes oft ein besserer ist als der des Stosses.

Aus diesem Grunde werden neuerdings sehr oft statt der Hämmer Pressen zum Zusammenschweissen in Anwendung gebracht. In der Regel sind diese Pressen nach dem S. 161, Fig. 198 dargestellten Prinzip konstruirt, also hydraulische, die oft einen Druck von 392 Atmosphären auszuüben vermögen [1]). Kleinere Gegenstände werden zweckmässig im Schraubstock zusammengedrückt; auch besondere Schweissmaschinen [2]), welche mit den Schmiedmaschinen, S. 160, Aehnlichkeit besitzen, sind für bestimmte Zwecke, z. B. Zusammenschweissen von Blechrändern zu Dampfkesseln angeordnet. Ein sehr wichtiges Hilfsmittel zu genannter Arbeit ist auch das Walzwerk; namentlich verwendet man dasselbe, wenn mit der Schweissoperation noch ein Strecken oder Auswalzen verbunden werden soll, wie beim Zusammenschweissen der Stahlkopfschienen, bei der Anfertigung der Tyres oder Radbandagen aus einem Eisenstab, der zuerst gebogen, dann auf dem Bandagen-Walzwerk mit den Enden zusammengeschweisst und endlich ausgewalzt wird [3]).

Bei einer guten Schweissung erkennt man an der blank gemachten Oberfläche die Verbindungsstelle entweder gar nicht oder, wenn Stahl und Eisen verbunden wurde, an der ungleichen Farbe beider Metalle. In sehr vielen Fällen aber ist die Schweisstelle (Soudure, *Shut*) mehr oder weniger deutlich an einer schwarzen Linie (Schweissnaht) zu bemerken. Da diese Linie von noch eingeschlossener Schlacke oder von geschmolzenem Schwefeleisen herrührt und ein Zeichen dafür ist, dass die metallische Vereinigung fehlt, so dient sie vorzüglich als Kriterium der Schweissung.

Dem Zusammenschweissen anderer Metalle, namentlich des Kupfers, stellt sich hauptsächlich die Schwierigkeit der zweckmässigen Schlackenbildung zur Erzeugung metallischer Oberflächen entgegen.

II. Verbindung durch Löthen, Leimen, Kitten.

Diese drei Verbindungsarten sind deshalb mit einander so nahe verwandt, weil das Wesen derselben darin besteht, dass die Vereinigung zweier Arbeitsstücke mit Hilfe eines dritten Körpers vorgenommen wird, der sich vollständig über die Verbindungsstellen verbreitet und mit beiden innig zusammenhaftet. Beim Löthen ist dieser Körper ein Metall, beim Leimen

---

1) Heusinger v. Waldeck, Handbuch, Bd. IV. S. 218. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1863. S. 287. 2) Polyt. Centr., 1860. S. 1647. 3) Hütte, 1859. Taf. 14. — Petzoldt, Fabrikation von Eisenbahnm., S. 198.

und Kitten eine flüssige oder knetbare Masse, die durch Austrocknen oder Erhärten bindet.

A. Löthen, (Souder, *Solder*).

Das Löthen ist ein ausserordentlich häufig angewendetes Verbindungsmittel, da sämmtliche Metalle und ihre Mischungen dadurch mit einander verbunden werden können, während das Zusammenschweissen fast nur auf Eisen und Stahl beschränkt ist. — Das Metall, welches die Verbindung vermittelt und Loth (Soudure, *Solder*) genannt wird, muss, um zu dem in Rede stehenden Zwecke brauchbar zu sein, bestimmte Eigenschaften besitzen. Da zunächst die Möglichkeit der Löthung darauf beruht, dass das Loth an den Verbindungsstellen gut haftet, und da dies Haften entweder eine Folge von Adhäsion oder einer Legirung ist, so muss bei der Auswahl des Lothes in erster Linie darauf gesehen werden, dass dasselbe eine möglichst grosse Verwandtschaft zu den Metallen hat, die verbunden werden sollen. Vermöge dieser Verwandtschaft geht nicht nur das Löthen leichter von Statten, sondern die Verbindung wird auch eine innigere und daher festere und sicherere. Aus diesem Grunde löthet sich Kupfer, Messing, Argentan so leicht mit Zinn oder Messing; Eisen mit Zinn, Kupfer, Messing; Zink mit Zinn u. s. w. — Die absolute Festigkeit der Löthung hängt ausserdem noch besonders ab von derjenigen des Lothes: daher soll, wenn es die Festigkeit des gelötheten Gegenstandes verlangt, die Löthung mit einem Loth vorgenommen werden, dessen Festigkeit derjenigen der zu löthenden Metalle möglichst nahe kommt (Kupfer mit Messing; Messing mit Messing; Eisen mit Kupfer). — Um die Schönheit und das Aussehen des gelötheten Gegenstandes möglichst wenig zu beeinträchtigen, soll die Farbe des Lothes derjenigen des Arbeitsstückes möglichst gleich sein, desshalb wird z. B. Messing mit Messing, Gold mit Gold, Silber mit Silber gelöthet. In sehr vielen Fällen wird jedoch von dieser Uebereinstimmung abgesehen, weil das Löthen mit gleichfarbigem Loth oft nicht möglich, oder doch sehr schwierig oder umständlich ist, oder endlich die Festigkeit verringert. Deshalb wird Eisen sowohl mit Kupfer als mit Messing, Silber, Zinn; Messing mit Messing oder Zinn u. s. w. gelöthet.

Die Vereinigung durch Loth kann nur eintreten, wenn das Loth zum Schmelzen gebracht und das Arbeitsstück an den Verbindungsstellen bis zu der Temperatur des geschmolzenen Lothes erhitzt wird. Da das Arbeitsstück bei dieser Erhitzung aber nicht schmelzen darf, so folgt daraus weiter, dass der Schmelzpunkt dieses Lothes stets unter dem Schmelzpunkt des zu löthenden Metalls liegen muss. Im Allgemeinen kann daher ein Metall nicht mit demselben Metall gelöthet werden. Nur in einzelnen Fällen kommen Ausnahmen vor, z. B. das Löthen von Bleiplatten zu den Bleikammern der Schwefelsäure-Fabriken mit Blei. Wegen der Verschiedenheit der Schmelzhitze giebt es daher eine sehr grosse Anzahl von Lothen. Man bringt sie aber gemeiniglich unter zwei Klassen, jenachdem der Schmelzpunkt derselben niedrig oder hoch liegt. Die der ersten Klasse angehörenden leicht schmelzbaren Lothe bestehen fast ausschliesslich aus Zinn-Blei-Legirungen (Zinnloth), denen mitunter noch zur Erhöhung der Schmelzbarkeit andere Metalle, namentlich Wismuth (Wismuthloth) zugesetzt werden. Wegen des schnellen Schmelzens, der Weichheit und der weissen Farbe wird dieses Loth daher Schnelloth, Weichloth, Weissloth (Soudure tendre, *Soft solder*) genannt. — Die schwer schmelzbaren Lothe, welche der zweiten Klasse zugezählt werden und so hart sind, dass sie kräftige Hammerschläge auszuhalten vermögen, führen daher den Namen

Strengloth, Hartloth, Schlagloth (Soudure forte, *Hard solder*). — Hieraus entsteht auch der Unterschied zwischen Weichlöthen (Soudure tendre, *Soft soldering*) und Hartlöthen (Soudure forte, *Hard soldering*). (Wegen der überwiegenden Verwendung der Gelbkupfer-Legirungen zum Löthen sind für Hartlöthen die Namen Braser und *Brazing* entstanden). Wenn auch einzelne Metalle, z. B. Zinn und Kupfer, für sich allein mitunter als Loth dienen, so verwendet man doch als letzteres fast immer Legirungen, deren Zusammensetzung sehr verschieden, oft sogar ziemlich willkürlich ist. Die anwendbarsten Legirungen sind in Folgendem zusammengestellt.

A. Weichloth.

10 Th. Zinn mit 10, 15, 20 Th. Blei (starkes Schnelloth)
10 « « « 4, 5, 6 « « (schwaches Schnelloth)

---

4 Th. Zinn, 4 Th. Blei mit 1 Th. Wismuth
3 « « 3 « « « 1 « « } Wismuthloth.
2 « « 2 « « « 1 « «
1 « « 1 « « « 1 « «

Da die Schmelzpunkte dieser Schnellothe absteigend bei 240, 223, 200, 190, 185 und 181° C., die der Wismuthlothe bei 160, 155, 145 und 124° C. liegen, so besitzt man in obigen Legirungen eine ausreichende Abstufung, indem man ja selbst Gegenstände von der Legirung des schwachen Schnellothes noch mit Wismuthloth löthen kann.

B. Hartloth.

α. Lothe aus Gelbkupfer (Messingschlagloth.

Zur Herstellung des Messing-Schlag-Lothes benutzt man im Grossen in der Regel Messingabfälle (Schnitzel, Dreh-, Bohr- und Hobelspäne etc.), weshalb hier die Angabe der Zusammensetzung aus diesen Abfällen mit etwaigen anderen angeführt werden mag.

1. Gelbes. Sehr strengflüssig und zähe.

7 Th. Messingblechabfall 1 Th. Zink
« Strengflüssig 3 bis 4 Th. Messingabfall 1 « «
« Leichtflüssig 5 « Messing 2 bis 5 « «

2. Halbweisses. 12 Th. Messingabfall, 4 bis 7 Th. Zink, 1 Th. Zinn; oder 16 Th. Kupfer, 16 Th. Zink, 1 Th. Zinn;

3. Weisses. 20 Th. Messing, 1 Th. Zink, 4 Th. Zinn; oder 3 Th. Kupfer, 1 Th. Zink, 1 Th. Zinn.

In einigen Fällen benutzt man ein Schlagloth aus 1 Theil Messing und 1 Theil Zink, welches sehr leicht schmilzt; oder aus 18 Theilen Messing, 4 Theilen Zink und 1 Theil Feinsilber, welches sich durch grosse Zähigkeit auszeichnet und sich daher besonders zum Zusammenlöthen der Messingröhren eignet, die gezogen werden sollen (S. 206).

β. Lothe aus Silber- und Goldlegirungen.

Diese Lothe dienen namentlich in der Goldschmiedekunst, dann aber auch bei den feinen Arbeiten aus Messing, Kupfer und Stahl als Verbindungsmittel, weil sie durch Zähigkeit, Farbe und Unveränderlichkeit ausgezeichnet sind. Nach Strengflüssigkeit, Zähigkeit und Farbe getrennt stehen für gewöhnliche Fälle folgende Legirungen in Anwendung.

a. Silberschlagloth.

1. Sehr hartes. 4 Th. Feinsilber, 1 Th. Kupfer.

2. Hartes. 4 bis 9 Th. Feinsilber, 3 Th. Messing, oder 28 Th. Feinsilber, 10 Th. Messing, 2 Th. Kupfer.

3. Weiches. 2 Th. Feinsilber, 1 Th. Messing; oder 16 bis 21 Th. zwölflöth. Silber, 3 Th. Zink.
4. Leicht schmelzbares. 15 Th. Silber, 13 Th. Kupfer, 11 Th. Zink.

b. Goldschlagloth.

1. Hartes, schwerschmelzbar. 9 Th. 18 karat. Gold, 2 Th. Feinsilber, 1 Th. Kupfer.
2. Weiches, leichtflüssig. 12 Th. 18 karat. Gold, 7 Th. Feinsilber, 3 Th. Kupfer.

γ. Argentanschlagloth.

5 Th. Argentan mit 4 Th. Zink.

Damit sich das Loth mit den Metallen gehörig verbindet, ist dasselbe nicht nur genügend flüssig zu machen, sondern es sind auch die Löthflächen vollständig metallisch rein herzustellen und während der Löthoperation gegen Oxydation zu schützen. Die Reinigung der Metalle geschieht vor dem Löthen durch Feilen, Schaben, Kratzen oder Beizen und die Reinhaltung und Schützung vor Oxydation während des Löthens durch Beizen oder Ueberziehen mit einer schmelzenden Masse. — Beim Weichlöthen wird als schützende Decke Kolophonium, Stearin oder auch, in Ermangelung dieser Substanzen als schlechter Ersatz Oel verwendet. Oft wird mit Vortheil Salmiak benutzt. Das beste Mittel zu diesem Zwecke jedoch ist eine Auflösung von Zink in Salzsäure, also eine Auflösung von Chlorzink[1]), welche als Löthwasser nicht nur die Löthstellen reinigt, sondern auch das Loth flüssiger macht und keinen durch Wegkratzen etc. fortzuschaffenden Rückstand lässt. Am wirksamsten ist das Chlorzink im neutralen Zustande, weshalb man immer ein Stückchen Zink in der Lösung lässt. Durch Zusatz von Stärkemehl erhält man einen Löthkleister, der mitunter der leicht abtröpfelnden Flüssigkeit vorzuziehen ist. Noch wirksamer als Chlorzink ist Chlorzink-Ammonium, welches man sich dadurch verschafft, dass man 1 Theil Zink in starker Salzsäure löst, der Lösung $^2/_3$ bis 1 Theil Salmiak zusetzt und dann die Masse zur Trockne abdampft. Beim Gebrauch wird davon etwas in Wasser gelöst. Dieses Löthwasser reinigt die Metalloberfläche in gelinder Wärme leicht von Oxyd und veranlasst die Verbreitung des Lothes in die feinsten Vertiefungen.

Die Reinigungsmittel zum Zwecke des Weichlöthens sind beim Hartlöthen deshalb nicht verwendbar, weil sie bei der hier nothwendigen, hohen Wärme schnell verbrennen oder sich verflüchtigen. Daher stehen dazu namentlich der Borax und das phosphorsaure Natron in Anwendung, weil diese Salze (wie schon beim Schweissen angegeben wurde) die Oxyde auflösen und einen glasartigen Ueberzug bilden, welcher die Luft abhält. Gewöhnlich bringt man sie mit Wasser zu einem Brei angerührt auf die Löthstellen. — In einigen Fällen hüllt man auch wohl das ganze Arbeitsstück, welches an den Löthstellen ausserdem mit Borax versehen sein soll, in Lehm ein.

Zum Erhitzen des Arbeitsstückes mit gleichzeitigem Schmelzen des Lothes bedient man sich sehr verschiedener Werkzeuge und Mittel, die sich theils nach der Grösse und Gestalt des Arbeitsstückes, theils nach der Schmelzhitze und theils nach der Beschaffenheit des Lothes überhaupt richten.

---

1) Dingler's Journ., Bd. 157. S. 315. — Polyt. Centr., 1867. S. 279.

Da das Weichloth sehr leicht schmilzt, so genügt es, kleine Gegenstände mit Löthwasser bestrichen und mit Loth belegt in die Flamme einer Spirituslampe oder in eine Gasflamme eines Bunsen'schen Brenners zu halten. Verlangt jedoch die Löthstelle, dass sich die Hitze auf einen Punkt konzentrirt, so benutzt man zweckmässig das bekannte Löthrohr, indem man die Löthstelle in das Bereich der Stichflamme desselben bringt. — Zum Erwärmen langer, schmaler Löthfugen, wie sie z. B. so oft bei Klempner-Arbeiten zum Zusammenlöthen von Blechtafeln vorkommen, können die obigen Mittel nicht mehr zweckmässig angewendet werden, um so mehr als die Gestalt der Arbeitsgegenstände die Erwärmung derselben über freier Flamme oft unmöglich macht. Dann wird die Erwärmung in passender Weise dadurch hervorgebracht, dass man einen gehörig erhitzten Körper an die Löthstelle bringt und bis zum Einfliessen des Lothes in die Löthfugen an derselben belässt. Dieser Körper ist aus einem Stück Kupfer angefertigt und bildet, zur bequemen Handhabung mit einem eisernen Stiel und einem hölzernen Handgriff versehen, dasjenige Werkzeug, welches den Namen Löthkolben (Soudoir, Fer à souder, *Soldering-iron*, *Copper bit*) führt. Die Form und Grösse der Löthkolben richtet sich nach der Beschaffenheit des Arbeitsstückes. Für die meisten Fälle reichen aber diejenigen Formen aus, welche als Hammerkolben und Spitzkolben bezeichnet werden und durch Fig. 350 dargestellt sind, in welcher A einen Hammerkolben und B einen Spitzkolben bezeichnet. An beiden Werkzeugen erkennt man in a den Kolben, b den Stiel und g den Griff. Die stumpfe Schneide des Hammerkolbens und die Spitze des Spitzkolbens werden an die Löthstelle gebracht und heissen daher die Lothbahn. — Abänderungen dieser einfachen Werkzeuge kommen namentlich in Bezug auf die Lothbahn vor, die oft ziemlich breit, an dem konischen oder pyramidalen Spitzkolben kreisförmig, quadratisch und länglich viereckig, meisselartig scharf u. s. w. geformt ist. Die Erwärmung der Löthkolben findet gewöhnlich in einem Kohlenfeuer der Schmiedeesse oder besonders gebauter, kleiner Blechöfen (Löthofen), selten in einer Gasflamme Statt. Mancherlei Einrichtungen, die zum Zwecke einer ununterbrochenen Wärmezuführung getroffen wurden, sind bis jetzt wenig in Aufnahme gekommen [1]). — Der Löthkolben wird in der Weise benutzt, dass man mit demselben, nachdem er genügend heiss gemacht, ein Stück Zinnloth mit der desshalb verzinnten Lothbahn aufnimmt und nach der mit Kolophonium etc. versehenen Löthstelle trägt, um es hier so lange hin und her zu schieben, bis die nunmehr auch erwärmten Löthstellen dasselbe zwischen sich ziehen. Damit der Löthkolben das Zinnloth leicht aufnimmt und auch im Feuer sich nicht zu sehr mit Oxyd überzieht oder verbrennt, kann man nur als Material dazu zweckmässig Kupfer nehmen. Da es aber genügt, die Lothbahn aus Kupfer herzustellen, so besteht der Kolben mitunter aus Schmiedeisen, in den man Kupferstücke von gewünschter Form einsteckt.

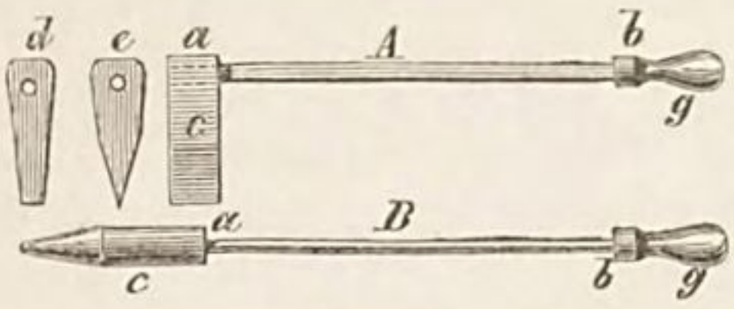


Fig. 350.

Zum Schmelzen des Schlaglothes, also auch zum Löthen mit demselben ist eine bedeutend höhere Temperatur erforderlich als zum Weichlöthen, weshalb denn hier der Gebrauch des Löthkolbens ausgeschlossen, dahingegen die direkte Erwärmung an Flammen oder Kohlenfeuer allgemein

1) Deutsch. Ind.-Zeitung, 1869. S. 325.

in Verwendung ist. Bei dem Löthen kleiner Gegenstände vor der Flamme oder vor der Lampe leistet ein Löth- oder Blasrohr wieder wesentliche Dienste, theils dadurch dass die Flamme damit genau auf die Löthstelle geleitet werden kann, theils durch die energische Hitzeentwickelung, welche dasselbe hervorbringt. — Da das gewöhnliche Blasrohr mit einer Hand gehalten werden muss, manche Arbeiten aber die freie Bewegung beider Hände sehr wünschenswerth und oft nothwendig machen, so wird das Blasrohr sehr zweckmässig an einem Gestell verschiebbar und feststellbar angebracht und mit einem Kautschukrohr und Mundstück versehen, das der Arbeiter zwischen die Lippen nimmt. — Mitunter stattet man ein solches Blasrohr mit einem elastischen Luftreservoir aus, um eine konstante Ausströmung zu sichern [1]). Auch mit kleinen Fussblasbälgen etc. können sie in Verbindung gebracht werden. Dies geschieht namentlich wenn man Leuchtgas mit Luft vermischt zum Löthen benutzen will [2]). — Eine Benutzung des Löthrohrs in grossem Masstabe findet in den Eisenbahnreparatur-Werkstätten und ähnlichen Anstalten zum Anstückeln (Anschuhen) der Siederöhren Statt. Gewöhnlich wird dann die Stichflamme dadurch erzeugt, dass man einen starken Gebläse-Luftstrom durch glühende Koks treibt, der sich in einem kleinen runden, etwa 250 mm. weiten Ofen auf einem Rost befindet, und in der aus Ziegeln gebildeten Wand eine konische Düse (mit der engen Oeffnung nach aussen) anbringt, durch welche die Stichflamme austritt, um sodann das zu löthende, senkrecht vorgehaltene Rohr zu treffen [3]).

In sehr vielen Fällen wird beim Hartlöthen die Erwärmung in einem offenen Holzkohlen- oder Koksfeuer vorgenommen, das in der Schmiedeesse oder einem kleinen Blechofen angemacht ist und auf oder in welches das Arbeitsstück gelegt wird.

Während der Löthung müssen die zusammen zu löthenden Theile sich in derjenigen Lage befinden und erhalten, welche sie nach dem Löthen besitzen sollen. Entweder werden zu diesem Zwecke die Theile mit der Hand zusammengehalten (z. B. beim Weichlöthen an Blecharbeiten) oder durch Zangen, oder durch ihre Gestaltung (z. B. beim Zusammenlöthen zweier Rohrenden wird das eine etwas erweitert und das andere in diese Erweiterung eingeklemmt) oder durch eine provisorische Verbindung vermittelst umgewickelten Drahtes (Bindedraht). Mitunter werden selbst die einzelnen Theile vorher durch Nieten und Schrauben verbunden.

Um das Loth bequem und in richtiger Quantität an die Löthstelle bringen zu können, wird dasselbe (wenn es nicht mit dem Löthkolben aufgenommen und transportirt wird) immer in kleinen Stücken aufbewahrt, welche man dadurch herstellt, dass man Loth in Blech auswalzt oder in dünne Platten auspresst und dann in schmale kurze Streifen zerschneidet oder indem man es granulirt. Die erste Methode wird namentlich für Weichloth, Kupfer und Gold- und Silberschlagloth angewendet; die kleinen Blechschnitzel heissen Paillen (Paillons). Granulirt wird das gewöhnliche viel gebrauchte Schlagloth, indem man die geschmolzene Legirung langsam in Wasser giesst, das mit einem Reiserbesen in Bewegung gesetzt wird, oder indem man gegen einen dünnen breiten Strahl Dampf leitet. Durch Sieben werden dann die Körner sortirt. — In der kleinsten Form bringt man die Lothstücke als Feilspäne in Anwendung. Zum Zweck des

---

1) Polyt. Centr., 1854. S. 801; 1857. S. 716. — Dingler's Journ., Bd. 132. S. 112; Bd. 144. S. 123. 2) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1854. S. 30. — Polyt. Centr. 1854. S. 740. — Muspratt-Kerl, Chemie, Bd. 3. S. 1579. 3) Heusinger v. Waldegg, Handbuch, Bd. IV. S. 289. — Organ für Eisenbahnw., 1866. S. 112; 1873. S. 94 u. 203.

Aufbringens wird dann das Loth oft mit Boraxpulver und Wasser zu einem Brei angerührt und auf die Löthstelle gestrichen. Für die kleinen Arbeiten an Gold- und Silbersachen wird der Borax auf einer matten Glasplatte mit Wasser gerieben und das Loth mit diesem dünnen Brei durch Umwenden darin behaftet, auf die Löthstelle gelegt.

Ueber die Wahl des Lothes mögen folgende Andeutungen genügen. Man benutzt in der Regel zum Löthen von Eisen mit Eisen oder Stahl: Kupfer, strengflüssiges Messingloth, bei feinen Gegenständen Silberloth, 12 löthiges Silber.

Kupfer mit Kupfer wird gewöhnlich mit strengflüssigem Messingloth, seltener mit einer Legirung von 5 Th. Kupfer mit 1 Th. Blei (welche beinahe die Kupferfarbe besitzt) gelöthet.

Kupfer mit Messing, Messing mit Messing und mit Eisen löthet man mit Schlagloth.

Zum Löthen von Silber- und Goldarbeiten nimmt man Silber und Goldschlagloth von verschiedener Zusammensetzung, je nach der Legirung, die gelöthet werden soll und mit Rücksicht darauf, dass bereits gelöthete Gegenstände zum zweitenmal (zum Nachlöthen bei Reparaturen etc.) leichtflüssigeres Loth verlangen, als nicht gelöthete.

B. Leimen. (Coller, *Glueing*).

Die Verbindung durch Leim bildet bei Holzarbeiten nicht nur einen Ersatz für das Schweissen und Löthen der Metalle, sondern hat mit dem Löthen insofern eine grosse Verwandtschaft, als beim Leimen auch eine wasserlösliche, flüssige Substanz zwischen die zu verbindenden Theile gebracht wird, zum Theil in die Holzporen einzieht, sodann durch Austrocknen erhärtet und die Holztheile mit der, dem Leim eigenthümlichen Festigkeit verbindet.

Der Leim (Tischlerleim, Colle, *Glue*) ist eine unreine getrocknete, thierische Gallerte, welche aus den Haut-Abfällen der Gerbereien, aus Knochen u. s. w. dargestellt wird, in kaltem Wasser zu einer elastischen Masse aufquillt und sich in warmem Wasser zu einer Flüssigkeit mit grosser Klebkraft auflöst. Zur Gewinnung der zum Leimen brauchbaren Flüssigkeit wird der Leim so lange in kaltes Wasser gelegt, bis derselbe vollständig aufgequollen ist, wozu 12 bis 24 Stunden, je nach der Dicke der Stücke, oft auch nur einige Stunden erforderlich sind. — Während dieses Aufquellens nimmt der Leim, je nach seiner Trockenheit und Reinheit, das vier- bis sechzehnfache seines Gewichts Wasser auf und bildet damit eine Gallerte, welche erwärmt ohne Weiteres die gewünschte Lösung giebt. Die Erwärmung geschieht in demselben Gefäss (Leimtiegel, Leimtopf), aus dem die Lösung verbraucht wird, in der Art, dass man diesen Tiegel auf glühende Kohlen oder in kochendes Wasser stellt. Da die Güte des Leimes wesentlich leidet, wenn derselbe über 100° C. erhitzt wird, so ist die Erwärmung im Dampf- oder Wasserbade[1]) wegen der Sicherheit gegen Ueberhitzung allen anderen Methoden vorzuziehen. — Beim Gebrauch muss die Leimlösung auf einer Temperatur von mindestens 50° erhalten werden, was auch am zweckmässigsten dadurch geschieht, dass man den Leimtiegel in heisses Wasser stellt. Aus diesem Grunde erscheinen diejenigen Leimtöpfe als die geeignetsten, welche aus zwei gusseisernen Gefässen bestehen: dem Leimbehälter und dem Wasserbehälter. Der letztere hat oben in der Decke eine runde Oeffnung, durch welche das erstere

1) Polyt. Centr., 1862. S. 1212. — Dingler's Journ., Bd. 100. S. 454.

Gefäss eingehängt wird. Die Erwärmung des Wassers im äusseren Gefässe zum Kochen verursacht zunächst das Schmelzen der Gallerte in dem eingehängten Gefässe und nachher ein langdauerndes Warmhalten des Leims, namentlich wenn die Gefässwände recht dick sind. Zur Vermeidung des Rostens wird der Leimbehälter verzinnt oder verzinkt.

Das Auftragen des Leimes auf die Verbindungsflächen geschieht mit einem Borstenpinsel (Leimpinsel). Hierbei muss mit solcher Behändigkeit verfahren werden, dass der Leim bis zum Anpressen der Arbeitsstücke gehörig flüssig bleibt, damit in Folge des dann stattfindenden Austretens des überflüssigen Leimes die Leimfuge recht dünn ausfällt, was als ein Zeichen guter Leimung zu betrachten ist.

Das Anpressen der Holztheile aneinander wird mit Hilfe der S. 50 ausführlich erörterten Leimzwingen, Leimknechte, Pressen etc. vorgenommen und zwar entweder in der Weise, dass diese Werkzeuge direkt auf die Holztheile gesetzt werden, oder indem man noch hölzerne Zwischenstücke (Zulagen, Cale, *Caul*) unterlegt, welche entweder das Abgleiten und Eindrücken der Presswerkzeuge verhindern oder den Druck gleichmässig über grössere, ebene oder krumme Flächen vertheilen sollen. Das letztere ist z. B. erforderlich beim Aufleimen der Furnüre auf das Blindholz (Bâtis, *Ground*), Furniren (Plaquer, *Veneer*) grösserer Arbeitsstücke (Tischplatten etc.), das erstere beim Furniren gekehlter Leisten, runder Säulen u. s. w. Als ein sehr zweckmässiges Pressmittel ist noch das Umwickeln mit Gurten zu erwähnen, was namentlich bei geschweiften Arbeiten vortreffliche Verwendung findet. Nach dem Anpressen bleiben die Arbeitsstücke so lange zwischen den Pressen, bis der Leim fest eingetrocknet und hart geworden ist. — Beim Aufstreichen des Leimes soll ein Theil desselben in die Poren einziehen, um eine feste Verbindung mit dem Holze zu vermitteln und ein anderer grösserer Theil auf der Oberfläche liegen bleiben. Sehr poröse Hölzer saugen daher oft unnöthig viel, sehr dichte Hölzer zu wenig ein. Daher werden die ersteren (namentlich wenn Hirnholz geleimt wird) oft durch Verstopfung der Poren, letztere durch Erzeugung einer rauhen Leimfläche vorbereitet. Zur Verstopfung der Poren bedient man sich eines Leimwassers, welches mitunter durch Einmischen von Kreide etwas dickflüssig gemacht und nach Bedürfniss aufgetragen wird. Die Rauhigkeit der Oberflächen, die übrigens allgemein zum guten Haften des Leimes wesentlich beiträgt und daher auch vielfältig auf weichem Holze angewendet wird, bringt der Arbeiter mit dem Zahnhobel S. 247 hervor.

In Bezug auf die Festigkeit der Leimung ist zunächst zu bemerken, dass dieselbe nicht nur bei den einzelnen Holzarten, sondern auch nach der Faserlage verschieden, d. h. grösser wenn Hirnholz als wenn Langholz, zusammengeleimt ist. Karmarsch theilt mit,[1]) dass die zum Zerreissen erforderliche mittlere Kraft auf 1 □mm. und rechtwinklig gegen die Leimfläche beträgt bei

	Hirn an Hirn.	Aderholz an Aderholz.
Rothbuchen	1,50 Kg.	0,78 Kg.
Weissbuchen	1,01 «	0,79 «
Eichen	1,22 «	0,55 «
Tannen	1,05 «	0,24 «
Ahorn	1,00 «	0,63 «

1) Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. I. S. 754.

Zur Erhöhung der Festigkeit hat man mancherlei Zusätze zum Leim vorgeschlagen, namentlich pulverförmige Substanzen: Kreide (Kreideleim) zum Leimen von Metall in Holz an eingelegter Arbeit; Schwerspath, Bleiweiss, Zinkweiss (russischer Leim). — Um das Erwärmen des Leimes zum Zweck des Flüssigmachens zu umgehen, hat man flüssigen Leim durch eine Oxydation des gewöhnlichen Leims mittelst Erwärmung mit Salpetersäure (100 Th. trockener Leim, 100—150 Th. Wasser mit 12—16 Th. Salpetersäure von 1,32 spez. Gewicht) hervorgebracht, der sich jedoch wegen seiner geringeren Bindekraft nicht allgemein eingeführt hat. — Mitunter ist es wünschenswerth, den Leim gegen Aufnahme von Wasser zu schützen. Allgemein wird dies durch einen Zusatz von Leinölfirniss erreicht, der in den heissen Leim eingerührt wird. Durch Kochen von 1 Th. Leim mit 4 Th. Wasser und 1 Th. Leinölfirniss erhält man einen dicken Leim, der heiss aufgetragen sich vorzüglich zum Dichten von Fugen etc. eignet. — Eine wasserabhaltende, dichte und feste Verbindung erhält man vermittelst einer Auflösung von Schellack in Spiritus, welche wie Leim auf die erwärmten Holztheile aufgetragen wird. Letztere sind dann mit einem zwischengelegten Stück Gaze oder alter lockerer Leinwand, scharf zusammenzupressen. — Auch eine Auflösung von 1 Th. Kautschuk in 20—25 Th. Theeröl mit und ohne Schellack wird zum Leimen benutzt, und ist unter dem Namen Schiffleim, Marineleim beim Schiffbau in Anwendung. — Ein geringer Zusatz von doppeltchromsaurem Kali zu einer Leimlösung macht den Leim ebenfalls in Wasser unlöslich, wesshalb man auch diese Mischung als wasserdichten Leim zu benutzen vorgeschlagen hat.[1])

C. Kitten (Cimenter, Luter, *Cementing*).

Insofern hier nur die Kitte[2]) (Ciment, Lut, *Cement*) in Betracht kommen, welche Metall- und Holztheile verbinden, und diejenigen ausgeschlossen werden, welche zu Dichtungen dienen, ist die Zahl derselben eine geringe und die Verwendung eine sehr beschränkte, weil die Festigkeit der Verkittung stets ziemlich klein und unsicher ist.

Eisentheile werden mitunter durch Zusammenrosten verbunden, indem man dieselben vor dem Zusammenstecken mit Salmiakwasser, verdünnter Salzsäure, Kochsalzwasser etc. bestreicht. Auch verwendet man hierzu sehr zweckmässig eine Mischung von 1 Th. Schwefel, 2 Th. Salmiak und 16 Th. Eisenpulver, welche zum Gebrauch mit Wasser zu einem Kitt angerührt wird, dem dann noch 20 Th. Eisenpulver und einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt wird.

Wasserleitungsröhren verbindet man mit einem Kitt aus 12 Th. römischem Zement, 4 Th. Bleiweiss, 1 Th. Bleiglätte und $^1/_2$ Th. Kolophonium, welche Mischung fein gepulvert und in der Wärme mit altem Leinöl zum Kitt angemacht wird.

Vielfache Verwendung finden die sog. Harzkitte, z. B. zum Einkitten der Messer- und Gabel-Angeln in den Heften, zum Aufkitten auf die Kittscheibe der Drehbank, zum Einkitten metallener Theile in Holz, Stein u. s. w. In der Regel bestehen die Harzkitte aus einer Mischung von Kolophonium oder Pech mit Ziegelmehl, welche in geschmolzenem Zustande angewendet wird.

Jedoch gehören hierher auch die Kitte, welche erhalten werden durch Auflösen von Schellack in Alkohol; von Kautschuk oder Gutta-Percha in

---

1) Polyt. Centr., 1873. S. 277. 2) Polyt. Zeitschr., 1873. S. 15, 36, 49, 297. — Karmarsch-Hartig, Techn. I. S. 402.

Chloroform, Benzin oder Terpentinöl, und die sehr empfehlenswerthe Mischung von 1 Th. schwarzem Pech mit 1 Th. Gutta-Percha. Diese Kitte eignen sich besonders zur Befestigung von Metall auf Holz, Leder auf Metall u. s. w.

III. **Zwängverbindungen.**

Wenn ein prismatischer Stab innerhalb seiner Elastizitätsgrenze mit einer gewissen Kraft in der Längenrichtung gespannt wird, so erleidet derselbe eine Verlängerung, die im Allgemeinen der entstandenen Spannung proportional ist, und nach Aufhebung der Spannung verschwindet. Der ausgedehnte Stab wird sich daher mit derselben Kraft zu verkürzen suchen (Schwinden, daher Schwundverbindung), mit welcher seine Verlängerung bewirkt wurde und also auch mit derselben Kraft zwei Körper zusammenziehen, welche z. B. an den beiden Enden des Stabes befestigt sind. — Ist nun ein solcher Stab so gebogen, dass er einen Theil eines Zylinders umfasst, während die beiden Enden unverrückbar festgehalten werden, so wird an der Berührungsstelle zwischen Stab und Zylinder eine radiale Pressung entstehen, deren Grösse auch von dem Winkel abhängt, der dem umspannten Bogen des Zylinders angehört. Werden endlich beide Enden des Stabes miteinander verbunden, so dass letzterer die Form eines kreisrunden Ringes erhält, so wird eine Spannung in der peripherischen Richtung Radialdrücke auf den Zylinder zur Folge haben, welche an jeder Stelle gleich sind und eine Reibung erzeugen, welche von dem Reibungskoëffizienten und der Spannung, also auch von der Verlängerung des Stabes abhängt.

Wie bedeutend diese Drücke werden können, ergiebt sich aus den Kräften, welche zur Verlängerung des Ringes aufgewendet werden müssen. Hat man z. B. einen Zylinder von 1000 mm. Durchmesser und einen Ring von 999 mm. Durchmesser, so ist der Ring um 3,14 mm. zu verlängern. Nach der bekannten Formel

$$\lambda = \frac{Q\,l}{F\,E},$$

worin λ die Verlängerung, Q die spannende Kraft, l die Länge, F die Fläche des Querschnitts und E den Elastizitätsmodulus bedeutet, wird, wenn z. B. $F = 10 . 60$ □mm. und $E = 20000$ Kg. angenommen, sein

$$3{,}14 = \frac{Q . 3140}{600 . 20000},$$

also

$$Q = 12000 \text{ Kg.}$$

Ist nun p der radiale Druck auf 1 □mm., so findet die Beziehung Statt

$$2\,Q = p . D\,b,$$

wenn D der Reifdurchmesser und b die Breite der Auflagefläche ist, woraus hervorgeht

$$p = \frac{2\,Q}{D\,b}.$$

Nach dem vorstehenden Beispiel ist nun $b = 60$, $D = 1000$ und $Q = 12000$ Kg., folglich

$$p = \frac{2 . 12000}{1000 . 60} = 0{,}4 \text{ Kg.}$$

Der Gesammtdruck auf dem ganzen Umfang ist nun

$$N = p . D\,\pi\,b,$$

also in dem vorliegenden Fall

$$N = 0{,}4 . 1000 . 3{,}14 . 60 = 75360 \text{ Kg.}$$

Es geht demnach hieraus hervor, dass man durch solche künstlich erzeugte Spannungen sehr feste Verbindungen (Zwängverbindungen) hervorzubringen vermag.[1])

Die Spannungen selbst können auf zwei verschiedene Arten hervorgerufen werden, entweder durch Erwärmung, oder durch gewaltsames Ausziehen in der Kälte.

Die Erwärmung bildet ein sehr oft verwendetes Mittel, um nach obigem Prinzip Zylinder auf Zylindern, Ringe auf Zylindern u. s. w. zu befestigen und wird namentlich gebraucht bei Schmiedeisen und Stahl. Da bei diesen Materialien die Verlängerungen (Schwundmass) so zu bemessen sind, dass die Durchmesservergrösserung bei Schmiedeisen etwa 1 bis 1,5, bei Stahl 0,6 bis 1 mm. auf 1 m. beträgt, also die durchschnittliche lineare Vergrösserung 0,1 % ist, so lässt sich daraus auch die Erwärmung ermitteln, bei welcher die entsprechende Dimensionsvergrösserung eintritt. — Bei einer Erwärmung bis 100° verlängert sich nämlich ein Stab aus Schmiedeisen oder Stahl von 1 m. Länge um 1,2 mm., so dass der Ausdehnungskoëffizient (das Mass der Verlängerung bei einer Temperaturzunahme um 1°) etwa $\frac{1}{85000}$ beträgt.[2]) Um demnach einen 1 m. langen Stab um 1 mm. zu verlängern, ist derselbe auf 85 Grad zu erwärmen. Bei dieser Erwärmung und Ausdehnung entsteht also die bleibende Spannung. Die Ausdehnung von 0,1 % genügt aber nicht, um einen Ring von 999 mm. Durchmesser auf einen Zylinder von 1000 mm. Durchmesser zu bringen, weil unvermeidliche Ungenauigkeiten und die oft absichtlich herbeigeführte Rauhigkeit an den Berührungsflächen, sowie namentlich die schnelle Abkühlung des aufzuschiebenden Ringes hier hinderlich ist. Deshalb wird die Ausdehnung auf das 2 bis $2^1/_2$ fache des Schrumpfmasses, also in diesem Falle auf 2 bis $2^1/_2$ mm. gebracht, was einer Erwärmung auf 170 bis 215 Grad entspricht. Betrüge das Schwundmass $\frac{1}{900}$ oder $\frac{1}{600}$, so würden die entsprechenden Temperaturen 250 und 375 Grad (blaue Anlassfarbe S. 13) betragen. Da nun die Rothglühhitze bei etwa 525° liegt, so ist aus dem vorigen zu ersehen, dass die häufig bis zu dieser Wärme getriebene Erwärmung überflüssig ist. Wegen einer hierbei leicht eintretenden Ueberspannung (durch ein Zusammenschrumpfen unter das ursprüngliche Mass) werden Reifen etc. sogar oft gesprengt, weshalb also auch die Rothglühwärme schädlich ist.

Mit Hilfe des Ausdehnungskoëffizienten α und der zu einer bestimmten Ausdehnung erforderlichen Temperatur t, lässt sich die Kraft P bestimmen, welche zu dieser Ausdehnung erforderlich wird, wenn der prismatische Körper einen Querschnitt von der Grösse F, die Länge von 1 m. und einen Elastizitätsmodulus E besitzt und zwar aus der Gleichung

$$P = \alpha \,.\, t \,.\, F \,.\, E.$$

Nimmt man darnach z. B. die oben gebrauchten Werthe F = 600 □mm., E = 20000 Kg., α = 0,000012 und dann t = 85 %, so wird

$$P = 12240 \text{ Kg.}$$

Aus der Vergleichung dieser durch die Wärme hervorgebrachten Kraft mit der oben berechneten Kraft Q erkennt man eine solche Uebereinstimmung, dass man den Ausdehnungskoëffizienten der Zugkraft demjenigen der Wärme gleich nehmen kann und dass es in Betreff des Erfolgs gleichgültig ist, ob die Ausdehnung durch die Wärme oder eine besondere Zugkraft herbeigeführt wird.

---

1) Petzoldt, Fabrikat. v. Eisenbahnmat., S. 146. — Heusinger, Handb., Bd. II. S. 64; Bd. IV. S. 231. — Organ, 1865. S. 165. 2) Mousson, Die Phys. auf Grundl. d. Erfahr., Zürich 1872. Bd. 2. S. 17.

Die Erwärmung der Metalle zu dem in Rede stehenden Zwecke geschieht entweder in offenen Heerden oder in Glühöfen (S. 135) oder am zweckmässigsten über Flammen, die durch Verbrennen von Gas (Leuchtgas, Wasserstoffgas etc.) entstehen.[1])

In Anwendung steht diese Methode namentlich zum Aufziehen der Radreifen auf die hölzernen Räder gewöhnlicher Fuhrwerke und auf die Räder der Eisenbahnwagen, und sodann zur Verbindung einzelner Maschinentheile u. s. w. Als Beispiel der letzteren Arten mag die auf S. 154, Fig. 188 u. 189 erwähnte Verbindung des Hammergestells R mit der Platte V durch die Ringe a angeführt werden.

Wenn man einen Hohlzylinder erwärmt und einen Theil A desselben, z. B. die Hälfte plötzlich in kaltes Wasser steckt, so zieht sich dieser Theil je nach dem Abkühlungsgrade mehr oder weniger zusammen. Der noch heisse Theil B folgt aber dem Zusammenziehen, indem er zugleich gestaucht, also am inneren Durchmesser bleibend verkleinert wird. Wird darauf der Zylinder wieder erwärmt und nun die Hälfte B abgekühlt, so folgt A diesem Zusammenziehen und verliert gleichfalls an Durchmesser. Durch Wiederholung dieser Prozedur ist man im Stande, Hohlzylinder-Durchmesser beliebig zu verkleinern, so dass man darin ein vorzügliches Mittel besitzt, zu weit gewordene Zylinder, Ringe etc. auf ein geringeres Mass zurückzubringen. Besonders oft wird dieses Verfahren benutzt, Radreifen (Tyres) für Eisenbahnfahrzeuge zu verkleinern, weshalb es hier Erwähnung verdient.

Da das Holz bei einer Temperatur, bis zu welcher die Reifen zum Zwecke des Aufziehens erwärmt werden müssen, bereits verkohlt und daher an der Berührungsfläche die zum Festhalten der Reifen erforderliche Festigkeit verliert und da das Erwärmen überhaupt, also auch zum Aufbringen der Radbandagen auf eiserne Räder und dieser auf die Radachsen etc. umständlich ist, so werden neuerdings die Reifen etc. sehr oft kalt aufgezogen. Hierbei sind 2 Methoden zu unterscheiden. — Nach der einen, nur für dünne Reifen anwendbaren Methode wird der Reifen so weit gemacht, dass derselbe bequem über den Radkörper geschoben werden kann und dann durch ein umgelegtes Stahlband gestaucht also verkürzt.[2]) — Nach der zweiten Methode wird der Hohlkörper (Radnabe, Reifen etc.) auf die Unterlage (Achse, Radkranz etc.) gewaltsam mittelst Schrauben- oder hydraulischer Pressen (Räderpressen) aufgepresst.[3]) Um dieses Aufpressen zu ermöglichen, wird die Achse oder der Kranz auf 220 mm. Länge um 1 mm. konisch abgedreht und ein Druck von 40000 bis 60000 Kg. verlangt.[4]) — Das oft nothwendige Abziehen der Räder von den Achsen geschieht als umgekehrte Arbeit in ähnlicher Weise, wie das Aufziehen durch Erwärmen oder Pressen.

Dass die Verbindung der Fassdauben durch umgeschlagene, hölzerne oder eiserne Reifen (Aufschlagen, Aufsetzen, Beschlagen), die mittelst Hämmer angetrieben werden, hierher gehört, bedarf nur der Andeutung.

IV. **Formungs-Verbindungen.**

Bei den im Vorhergehenden näher erläuterten Verbindungsarten herrscht das Charakteristische vor, dass die zu verbindenden Theile mit den Verbindungsflächen aneinander gelegt werden, ohne dass die letzteren eine

1) Heusinger, Handb., Bd. IV. S. 236. 2) Polyt. Centr., 1873. S. 1072. 3) Heusinger, Handb., Bd. II. S. 73 u. 116; Bd. IV. S. 238. — Organ, 1849. S. 163; 1868. S. 260. — Polyt. Zeitschr., 1875. S. 470. — Polyt. Centr., 1850. p. 331. 4) Hartig, Arbeitsverbr. d. Werkzeugmasch. S. 221.

weitere Ausbildung erfahren. Wenn nun zwar diese Verbindungsarten in einer grossen Zahl von Fällen ausreichen und wegen der einfachen Ausführung den Vorzug verdienen, so treten doch andererseits oft Umstände ein, unter welchen sie (die Schweissverbindung ausgenommen) nicht genügende Sicherheit und Festigkeit darbieten, namentlich gegen seitliche Verschiebung, weil das Verbindungsmittel (Loth, Leim, Kitt, Reibung) stets eine geringere Widerstandsfähigkeit besitzt, als das verbundene Material. Dann ist es erforderlich, ein innigeres Ineinandergreifen der einzelnen Theile anzuordnen, welches besonders auch seitliche Verschiebungen verhindern soll. Indem dies durch besonders geformte Vorsprünge und Vertiefungen, durch Uebereinanderbiegen u. dgl., also im Allgemeinen durch bestimmte Formungen der zu verbindenden Theile erreicht wird, werden diese Verbindungen selbst zweckmässig Formungs-Verbindungen genannt.

In der Metallverarbeitung ist die Anwendung der Formungs-Verbindungen nur eine geringe, weil die Herstellung der Verbindungstheile sehr langwierig und kostspielig ist, und weil die später zu erwähnenden Verbindungen durch Schrauben, Niete, Keile etc. einen vollständigen Ersatz dafür bieten. Sie beschränkt sich fast nur auf die durch Uebereinanderbiegen (Falzen) gebildete Zusammenfügung und auf eine mitunter zur festen Vereinigung, öfters aber zu Prismenführungen verwendete Verbindung durch prismatische Stücke.

Bei Holzarbeiten dahingegen finden die Formungsverbindungen eine ausserordentlich häufige Anwendung, so dass sie als Holzverbindungen von sehr grosser Bedeutung und Wichtigkeit sind.

A. Formungsverbindungen bei Metallarbeiten.

Falzen (Replier, Agrafer, *Folding*). Wie schon oben angedeutet, begreift man unter Falzen eine Vereinigung zweier Metalltheile durch Umbiegen und Uebereinanderlegen ihrer Ränder, wobei die so vereinigten Ränder den Falz (Repli, Agrafe, *Fold*) bilden. Da das hierbei erforderliche Umbiegen nur an dünnen Metallstücken mit geringen Hilfsmitteln vorgenommen werden kann, so beschränkt sich diese Verbindungsart auch nur auf Arbeiten aus Blech zur Herstellung von Gefässen, Röhren, zu Dachdeckungen, Wandbekleidungen etc. Entweder wird der Falz durch einmaliges Umbiegen der Ränder gebildet, so dass letztere hakenartig erscheinen und durch einfaches Einhaken und Andrücken verbunden werden (einfacher Falz, Fig. 351 A) oder durch zweimaliges Umbiegen in der Weise, dass das zweite Umbiegen mit den bereits eingehakten Rändern vorgenommen wird (doppelter Falz Fig. 351 B). Die zweite gemeinschaftliche Biegung kann dabei entweder so weit vorgenommen werden, dass der Falz rippenförmig aufwärts steht (Fig. 351 C) oder dass er glatt anliegt (Fig. B), wonach man den stehenden von dem liegenden doppelten Falz unterscheidet. Es ist leicht zu erkennen, dass der doppelte Falz nicht nur wegen der grösseren Berührungsflächen beider Theile eine dichtere Verbindung, sondern auch eine vollständige Sicherheit gegen das Aushaken darbietet. — Zu den Falzverbindungen ist sodann noch zu zählen diejenige mit übergeschobenen Falzstreifen (Fig. 351 D), wobei ein an beiden Rändern eingebogener Blechstreifen c die umgebogenen Ränder der Blechtheile a und b klammerartig umfasst. Hierbei

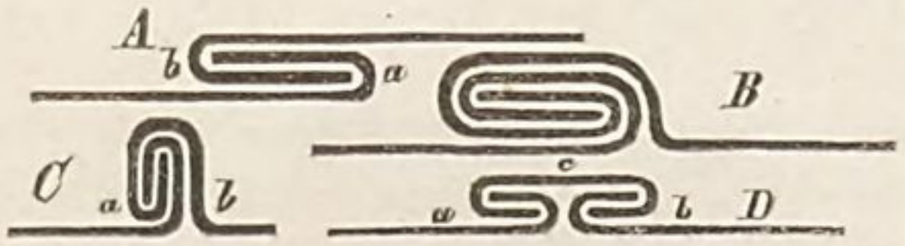


Fig. 351.

ist auch ein Aushaken nicht möglich, weshalb man von dieser Falzart bei Dachdeckungen, Anfertigung von Röhren etc. oft Gebrauch macht.

Das Umbiegen der Blechränder zum Zweck des Falzens geschieht entweder mit Hilfe der S. 184 näher angegebenen Methoden und Vorrichtungen oder einiger einfacher Werkzeuge, die besonders zum Falzen konstruirt und namentlich von Dachdeckern gebraucht werden. Zu den letzteren gehört zunächst die Falzbohle, welche aus einer mit einem Winkeleisen beschlagenen Holzbohle besteht und zum Aufbiegen dient, das durch Hämmer bewerkstelligt wird. Besser eignet sich zu dem Zwecke ein mit einer Längsfurche versehenes Holzstück, das in der auf S. 184 durch Fig. 228 dargestellten Weise gebraucht wird. — Das Niederlegen und Andrücken erfolgt sodann theils mit Hilfe von Flachzangen mit sehr (bis 150 mm.) breitem Maule (Falzzange, Deckzange), theils unter Anwendung von Hämmern und eines eisernen Werkzeuges, welches, wie Fig. 352 zeigt, aus einer schaufelartigen Platte a und einem vierkantigen prismatischen Ansatz b b besteht (Schalleisen, Scholleisen, Deckschaufel). Die Schaufel a wird sodann als Biegkante und der Klotz b b zum Gegenhalten beim Zusammenklopfen gebraucht. — Bei fabrikmässiger Herstellung von gefalzten Blechröhren etc. bedient man sich ausschliesslich der Maschinen: Biegmaschinen (S. 186), Falzmaschinen (S. 184) und Zudrückmaschinen. Diese letzteren bestehen dem Wesen nach aus einer Rolle, welche mit kräftigem Druck über den Falz hinweggerollt wird, während die Röhre auf einem Dorn sitzt.

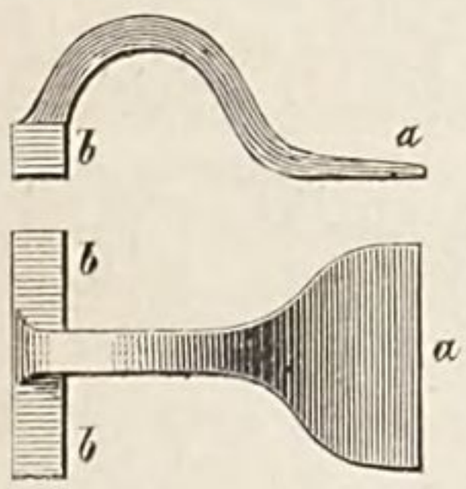


Fig. 352.

In sehr vielen Fällen werden die Falzfugen noch nachträglich durch Löthen vollständig geschlossen, wodurch ausser der absoluten Dichtigkeit noch eine grössere Festigkeit erzielt wird.

B. Formungsverbindungen bei Holzarbeiten.

Die Holzverbindungen (Assemblages, *Joints*) lassen sich sämmtlich auf drei Elemente zurückführen, welche sowohl durch Kombinirung, als auch durch geringe Abweichungen von der Grundform, eine grosse Mannigfaltigkeit an Formen zulassen.

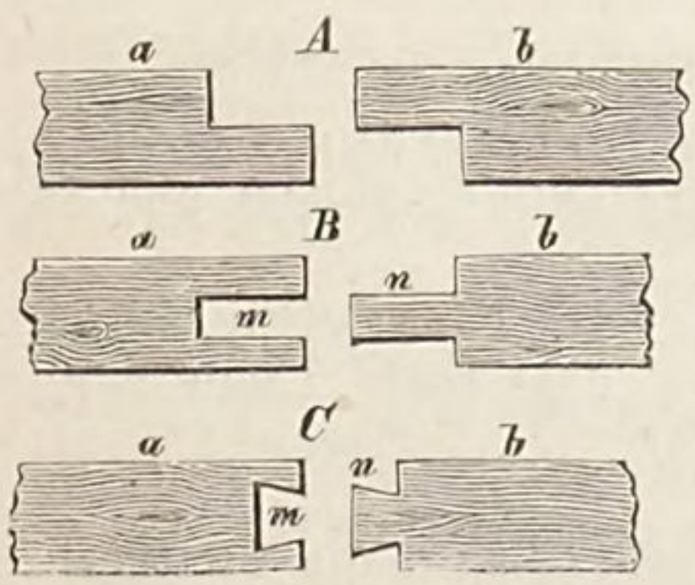


Fig. 353.

Diese drei Grundformen sind das Blatt oder der Falz, der Zapfen und der Schwalbenschwanz.

Das Blatt (Platte) Fig. 353 A wird einfach dadurch gebildet, dass man die beiden zu verbindenden Theile a u. b bis zur halben Dicke rechtwinklig absetzt.

Der Zapfen (Tenon, *Tenon*) Fig. 353 B besteht aus einem Prisma n von gewöhnlich rechteckigem Querschnitt, das an dem einen Stück b sitzt und zur Verbindung in ein entsprechendes Loch m (Zapfenloch, Mortaise, *Mortise*) des zweiten Stückes a eintritt.

Der Schwalbenschwanz (Queue d'aronde, Q. d'hironde, *Dovetail*) Fig. 353 C ist ein Prisma n von trapezförmigem Querschnitt, welches mit der schmalen Seite an dem Stück b sitzt und zur Verbindung mit dem Stück a ebenfalls in eine gleichgeformte Vertiefung m eingebracht wird.

Unter der Voraussetzung, dass sich alle drei Verbindungsformelemente über die ganze Länge der Verbindungsstelle erstrecken, ist der Unterschied derselben bezüglich des Festhaltens leicht zu erkennen. Bei dem Blatte wird die Bewegung der Theile a und b gegenseitig nur nach einer Richtung verhindert, bei dem Zapfen nach zwei Richtungen und bei dem Schwalbenschwanz nach drei Richtungen. — In Betreff der Herstellung dieser drei verbindenden Theile ist nun leicht zu erkennen, dass das Blatt am leichtesten und der Schwalbenschwanz am schwierigsten zu erzeugen ist, und in Bezug auf die Anbringung, dass der Schwalbenschwanz seitwärts eingeschoben werden muss, während das Blatt und der Zapfen einfach aufgelegt oder eingesteckt werden können. — In Rücksicht auf diese eben erwähnten Punkte wird nun die eine oder andere dieser Formen gewählt, für einzelne Fälle oft in etwas veränderter Gestalt, sodann in Wiederholungen und Kombinationen, wie folgende Zusammenstellung, welche die wichtigsten Holzverbindungen, mit Ausschluss der nicht hierher gehörenden Holzkonstruktionen, enthält, näher erläutern mag.

Da es sich stets nur darum handelt, Holzstücke zu verlängern oder zu verbreitern oder unter gewissen Winkeln zusammen zu fügen, so ist es zweckmässig, auch die Holzverbindungsformen für diese Fälle einzeln zusammen zu. stellen.

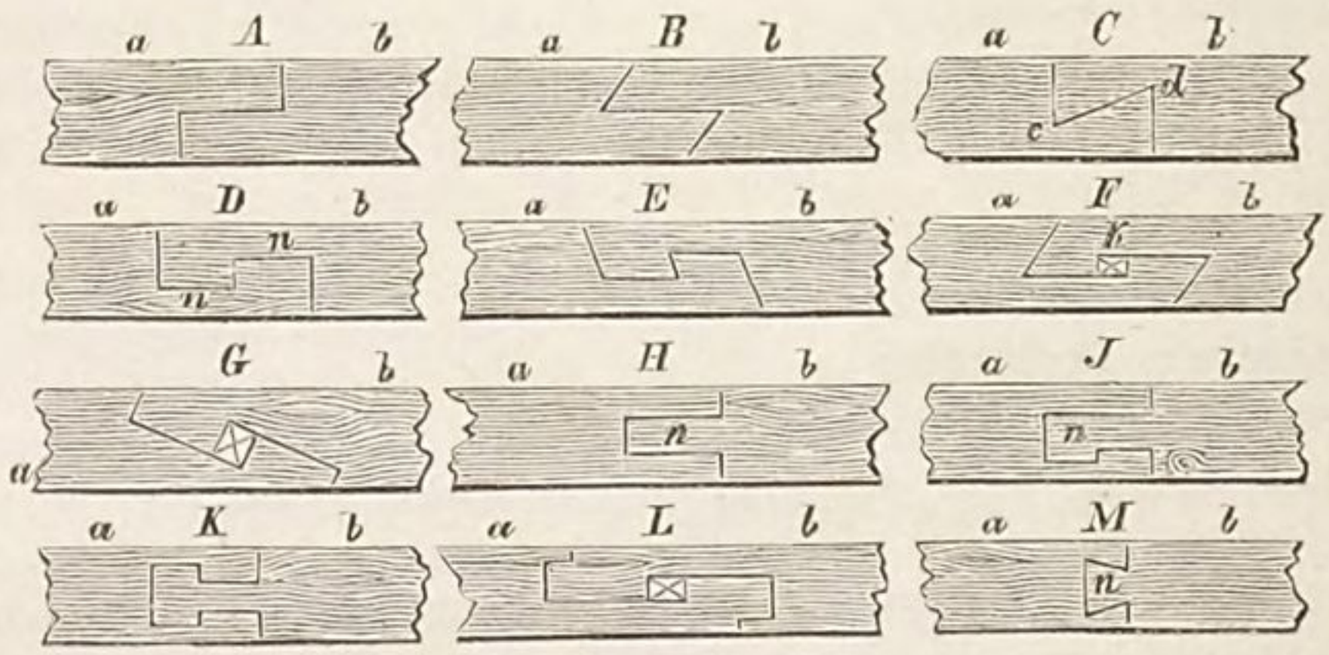


Fig. 354.

a. Verlängerungs-Verbindungen. Hierzu dienen folgende Theile:

1) Das gerade Blatt oder die einfache Verblattung (Fig. 354 A). Beide Hölzer a und b werden zur Hälfte rechtwinklig abgesetzt und aufeinander gelegt.

2) Das schräg eingeschnittene, gerade Blatt (Fig. 354 B). Stimmt mit 1) überein, bis auf die Abweichung, dass beide Theile a u. b schräg statt rechtwinklig abgesetzt sind, wodurch die Verschiebung nach zwei Seiten verhindert wird.

3) Das schräge Blatt (Fig. 354 C). Hierbei liegen die Blattflächen C d so gegen die Achse geneigt, dass die Längenverschiebung erschwert wird.

4) Das gerade Hakenblatt (Fig. 354 D). Wenn die Blätter der einfachen Verblattung an den Berührungsflächen ineinandergreifende, rechtwinklige Ansätze n erhalten, so entsteht das gerade Hakenblatt und eine Verbindung, welche der Längsbewegung noch kräftiger Widerstand leistet als 3).

5) Das schräge Hakenblatt (Fig. 354 E) unterscheidet sich von dem vorhergehenden durch den schrägen Eingriff, in Folge dessen bei dem

Auseinanderziehen sich beide Theile rechtwinklig zur Zugrichtung nähern.

6) Das schräg eingeschnittene, gerade Hakenblatt mit Keil (Fig. 354 F). Der hier zwischen die Haken eingeschlagene Keil k treibt beide Theile a und b so aneinander, dass eine sehr innige Verbindung entsteht, welche die Vortheile von 2) mit 4) vereinigt.

7) Das schiefe Hakenblatt mit Keil (Fig. 354 G) ist eine Abweichung von 6).

8) Der einfache Zapfen (Fig. 354 H). Das eine Stück wird an beiden Seiten auf ein Drittel der Dicke abgesetzt, so dass der Zapfen n als das mittlere Drittel stehen bleibt; das zweite Stück dahingegen in der Mitte um das mittlere Drittel ausgearbeitet.

9) Der Hakenzapfen oder einfache Hakenkamm (Fig. 354 J). Hierbei erhält der Zapfen noch einen hakenartigen Vorsprung n (ähnlich dem Hakenblatt unter 4), um das Auseinanderziehen zu verhindern.

10) Der doppelte Hakenzapfen oder doppelte Hakenkamm (Fig. 354 K) unterscheidet sich von 9) dadurch, dass der Zapfen an beiden Seiden einen hakenartigen Vorsprung hat.

11) Der Nuthzapfen mit Keil oder der Teufelsschluss (Fig. 354 L). Diese Verbindungsform ist als eine Zusammensetzung des Hakenblattes mit Keil und eines Zapfens anzusehen, die in der Wirkung mit 6) übereinstimmt.

12) Der Schwalbenschwanz (Fig. 334 M). Diese Form ist bereits oben mit Fig. 352 C erklärt.

13) Der Schwalbenschwanz mit Brüstung oder der bedeckte Schwalbenschwanz. Diese Form hat den Zweck, auf der einen oberen Seite den Schwalbenschwanz unsichtbar zu machen, der letztere nimmt daher nur einen Theil der Höhe ein, während der andere obere Theil als Platte ausgebildet ist.

b. Verbreiterungs-Verbindungen. Unter Verbreiterung versteht man eine Zusammenfügung zweier oder mehrerer Hölzer in der Weise, dass die Fasern parallel laufen und dass die Oberflächen ganz oder fast ganz in einer Fläche liegen, die eben oder gekrümmt sein kann. Bei dieser Verbindung ist oft ganz besonders auf das Schwinden und Quellen des Holzes S. 45 etc. Rücksicht zu nehmen, und danach die Wahl der Verbindungsform zu treffen.

Die Hauptverbindungsformen zu diesem Zweck sind folgende:

14) Die stumpfe Fuge. Hierbei werden die Bretter etc. an den Kanten genau gerade gehobelt (gefügt) und in der Regel durch Leim verbunden. In den Fällen jedoch, wo der Leim nicht anwendbar ist, z. B. im Freien oder wo die stumpf geleimte Fuge keine genügende Sicherheit darbietet, wendet man zur festen Vereinigung Dübel oder Zapfen an. — Dübel sind runde hölzerne Stifte, welche in gegenüberstehende Löcher der Bretter so eingeschlagen werden, dass sie in jedem Brett mit der halben Länge stecken. — Unter Zapfen (Clef) versteht man hier länglich vierkantige Holzstücke, welche wie die Dübel so in viereckige Löcher eingeschlagen werden, dass sie halb in dem einen und halb in dem andern Brett sitzen. Bohrt man dann quer durch die Bretter und Zapfen Löcher und füllt diese mit hölzernen Stiften aus, so entsteht die Verbindung mit gebohrten Zapfen (Assemblage à clef).

15) Die schräge Fuge oder Ueberfalzung. Unterscheidet sich von der stumpfen Fuge dadurch, dass die zusammenstossenden Kanten unter einem Winkel von 45° abgesetzt sind.

16) Die Ueberfalzung. Diese Verbindung gleicht der einfachen Verblattung (S. 412, Fig. 354 A).

17) Die Nuth und Feder. Diese Verbindungsform (Assemblage à rainure et languette, *Groove and tongue-joint*), die am häufigsten Verwendung findet, wird durch Fig. 353B, S. 411 dargestellt, indem sie aus einem massiven Prisma n (Feder, Languette, *Tongue*) an der Längskante des Stückes b und aus einem Hohlprisma m Nuth (Rainure, *Groove*) an der Kante des Stückes a besteht, welche beide genau zusammenpassen und ein Drittel der Holzdicke einnehmen. Bei der Verbindung mehrerer Bretter wird in der Regel jedes Brett auf der einen Kante genuthet (Rainé, *Grooved*) und auf der zweiten Kante gefedert (Languetté, *Tongued*). Da die mit dem Brett aus einem Stück bestehende Feder eine so geringe Festigkeit besitzt, dass sie dem Werfen und Schwinden des Holzes selten den gehörigen Widerstand bieten kann, so ist es in den meisten Fällen gerathener, die Dielen nur zu nuthen und durch besonders angefertigte Federn, welche in die Nuthen eingeschoben werden, zu verbinden (eingelegte Feder, Languette rapportée), wodurch ausserdem der Vortheil entsteht, dass die Breite der Bretter nicht geringer wird. Um die eingelegte Feder zugleich als Mittel gegen das Werfen zu gebrauchen, muss sie so eingeschlagen werden, dass ihre Fasern diejenigen der Dielen rechtwinklig kreuzen (Einschieber über Hirn, Hirnfeder).

Quer-, Eck- und Kreuzverbindungen. Als Mittel zu Querverbindungen sind aufzuführen:

18) Die Hirnleisten. Diese bilden genuthete Leisten, welche so auf die mit Federn versehenen Endkanten eines Brettes geschoben werden, dass die Verbindung das Ansehen einer Zapfenverbindung Fig. 354 H, S. 412 besitzt. Sie haben hauptsächlich den Zweck, das Werfen des Holzes zu vermeiden (S. 47).

19) Die vorgeschobenen Leisten. Hierunter begreift man Leisten, welche, wie die Hirnleisten, das Ziehen der Bretter verhindern sollen, aber quer über die Fläche laufen. Sie sind so geformt, wie der doppelte Haken (Fig. 354 K) und werden in ebensolche, in die Holzfläche eingearbeitete Nuthen eingeschoben.

20) Die Grathleisten. Diese dienen ebenfalls zur Verhinderung des Ziehens und unterscheiden sich von den eingeschobenen Leisten nur dadurch, dass das eingeschobene Stück die Form des Schwalbenschwanzes (Grath) hat (Fig. 353 C).

Als Eckverbindungen gelten solche, bei welchen die Hölzer mit ihren Enden rechtwinklig zusammengefügt werden, wobei dieselben entweder mit ihren grösseren Flächen in eine Ebene zu liegen kommen (z. B. bei flachen Rahmen) oder in zwei rechtwinklig aufeinander stehende Ebene (z. B. bei Kisten, Schubladen u. dgl.). Zu ihrer Herstellung dienen namentlich folgende Formen:

21) Die stumpfe Gehrung (Fig. 355 A). Mit Gehrung (Anglet, Onglet, Biais, Biaisement Mitre, *Mitre*) bezeichnet man diejenige Verbindungsart, bei welcher die Theile unter einem halben rechten Winkel zusammentreten oder auch diesen Winkel selbst (S. 68). Bei der stumpfen Gehrung werden daher die Holztheile a und b nach diesem Winkel durchschnitten und mit den Schnittflächen c d zusammen geleimt oder gestiftet.

22) Die einfache Aufblattung. Die hierauf beruhende Verbindung (Assemblage à demi-bois, A. à moi-bois, *Rebating*) ist der in Fig. 354 A angegebenen gleich, nur mit dem Unterschiede der Lage beider Theile, die hier rechtwinklig aneinander stossen.

23) Die hakenförmige Ueberblattung oder die Eckverblattung mit Haken. Hierbei wird das eine Holzstück am Ende so hakenförmig ausgearbeitet, wie in Fig. 354 D das Stück a, und das zweite Stück in derselben Weise am Ende quer (wie das Stück b in der Längenrichtung).

24) Die geschlitzte Ecke. Bei dieser Form bekommt das eine Holzstück am Ende einen oder mehrere Einschnitte (Schlitz, Enfourchement) wie m in Fig. 353 B, das andere entsprechende einen oder mehrere Zapfen wie n Fig. 353 B, welche genau in die Schlitze passen.

25) Die geschlitzte Ecke mit Gehrung. Des besseren Aussehens wegen werden die oben liegenden Theile oft auf Gehrung abgesetzt, wie Fig. 355 B zeigt, so dass ein Zapfen n und der dazu gehörende Schlitz als rechtwinklige Dreiecke ausgebildet werden. — Bei gekehlten Arbeitsstücken ist dies Zusammenschlitzen stets auf Gehrung auszuführen.

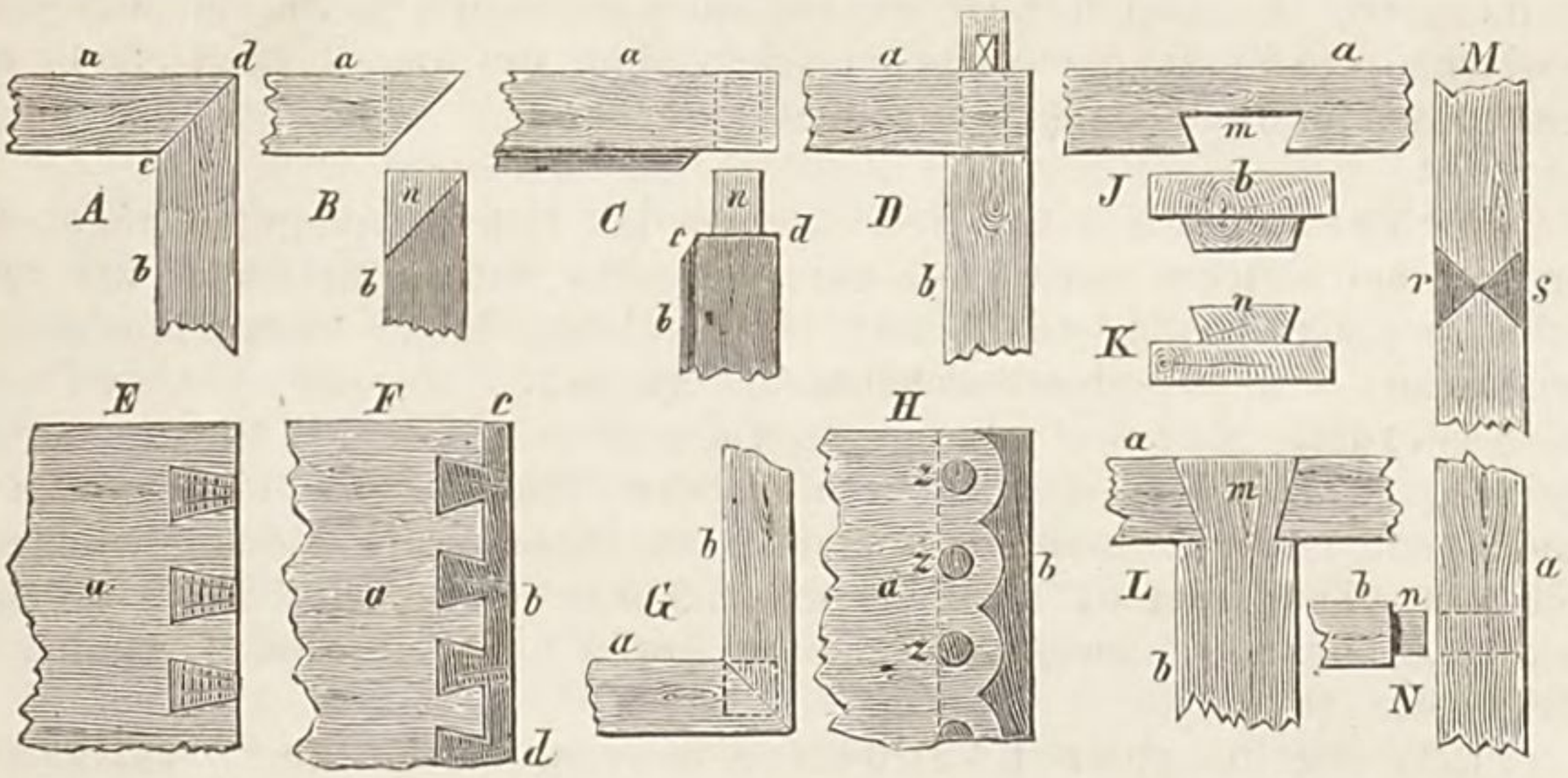


Fig. 355.

26) Der abgesetzte Eckzapfen oder die verzapfte Ecke (Fig. 355 C). Hierbei erhält das eine Stück a ein durchgehendes, viereckiges Loch und das zweite Stück b einen in dieses Loch passenden Zapfen n, der ringsum abgesetzt ist. Da hierbei der Zapfen von vier Seiten eingeschlossen ist und ausserdem der dem Zapfen umgebene Rand cd (Abgesetzte, Brust, Achsel, Schulter, Brüstung, Arrasement, *Shoulder*) sich gegen das Stück a stützt, so bietet diese Eckverbindung eine grössere Sicherheit gegen das Ausbiegen als die Form 4 und 5. — Mitunter soll auf der Rückseite des Stückes a die Hirnfläche des Zapfens n nicht sichtbar sein: dann wird der Zapfen kürzer gemacht und das Loch nicht ganz durchgearbeitet. — Wie eine Gehrung angebracht wird, wenn die Innenseiten profilirt sind, zeigt die Figur. — Zu dieser Verbindungsform gehört auch diejenige, welche in Fig. 355 H dargestellt ist. Die Zapfen z, welche an dem Stück b sitzen, gehen durch runde Löcher des Stückes a. Konzentrisch diesen Löchern ist der Rand des Theiles a konvex zylindrisch ausgeschnitten und mit diesen bogenförmigen Vorsprüngen in kongruente Vertiefungen an der Hirnseite des zweiten Theiles b eingelegt.

27) Der abgesetzte Eckzapfen mit Keil. Diese Form unterscheidet sich von B nur dadurch, dass der Zapfen n über a hinausgeht (Fig. 355 D) und in dieser Verlängerung ein Loch zur Aufnahme eines Keiles k erhält, der die Schulter scharf anzutreiben gestattet und die Bewegung nach allen Richtungen verhindert.

28) Die Zinken (Queue d'aronde, *Dove-tail*). Die Zinke ist nichts weiter, als ein Schwalbenschwanz, welcher wiederholt an den beiden zu verbindenden Theilen a und b so angearbeitet ist, wie Fig. 355 E zeigt. Man unterscheidet hierbei:

a. Gewöhnliche Zinken (Fig. 355 E).

b. Zinken mit Gehrungskante. Hierbei wird in der oberen Zinke eine Gehrung angebracht, wie bereits unter 5) näher erörtert ist.

c. Gedeckte Zinken. Diese Zinken (Fig. 355 F) sind so ausgearbeitet, dass an dem einen Stück b eine Platte c d stehen bleibt, welche hier die Zinkenenden des Stückes a überragt und somit verdeckt.

d. Zinken auf Gehrung (Fig. 355 G). Bei dieser Verbindung ist die unter c. erwähnte Platte c an beiden Theilen a und b angebracht und zwar so, dass die beiden Deckplatten auf Gehrung zusammenstossen, wodurch die Verbindungskante mit der Ecke zusammenfällt. In Vereinigung mit den unter b genannten Gehrungskanten entsteht eine Zusammenfügung, an welchen die Zinken nirgends zu sehen sind, die aber langwierig in der Herstellung ist und daher nur bei den feineren Arbeiten Verwendung findet.

Die Kreuzverbindungen können als Eckverbindungen angesehen werden, bei welchen entweder nur das eine Stück sich über die Ecke hinaus verlängert wie ein **T** oder bei welchen beide Verbindungsstücke kreuzweise + über- oder durcheinander gehen.

Ausserdem sind bei dieser Zusammenfügung zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem die zu verbindenden Theile ganz oder nahezu in einer Ebene liegen, wie z. B. bei einer Reissschiene, bei den Mittelquerstücken an Thürrahmen, an Fenstersprossen u. s. w. oder in 2 (recht-) winklig aufeinander stehenden Ebenen, wie bei den Scheidewänden in Kästen.

Zur Herstellung der **T** Verbindung in einer Ebene dienen am häufigsten folgende Formen:

29) Die einfache Ueberblattung, wie bei 22.

30) Der abgesetzte Zapfen, wie bei 26.

31) Der Zapfen mit Keil, wie bei 27.

Das Anbringen der Gehrung in dem Falle, wo die Kanten profilirt (mit einem Hobel versehen) sind, zeigt Fig. 355 C.

32) Der Schwalbenschwanz. Dieser kann in zweierlei Weise zur Anwendung kommen. Nach der einen Art wird das Querstück b (Fig. 355 J) so eingeschoben, wie bei einem Grathleisten und nach der zweiten mit einem schwalbenschwanzförmigen Blatt m in eine gleiche Vertiefung des Stückes a gelegt. Der eingeschobene Schwalbenschwanz (Fig. 355 J u. K) giebt, je nachdem er unten oder oben eingeschoben wird, d. h. je nachdem die Brüstung oben oder unten zu liegen kommt, dem Stück b entweder den Querschnitt J oder den Querschnitt K.

Bei der Zusammenfügung nach der **T** Form in zwei rechtwinklig aufeinander stehenden Ebenen stösst das eine Stück stets mit der Hirnfläche gegen das zweite. Aus diesem Grunde heisst sie auch die Verbindung über Hirn.

Zur Hervorbringung dieser Verbindungen sind folgende Formen am häufigsten in Gebrauch:

33) Die Nuth und Feder. Hierbei erhält das eine Stück eine quer über die Fläche laufende Nuth und das zweite am Hirnende eine in die Nuth einpassende Feder, so dass Fig. 353 B auch diese Verbindung vergegenwärtigt.

34) Die dreieckige Nuth. Diese Form unterscheidet sich von 33 nur dadurch, dass in dem einen Theil statt der viereckigen Nuth eine dreieckige Furche und an dem zweiten Theil statt der Feder eine doppelte, (keilförmige) Abschrägung vorhanden ist.

35) Der Zapfen. Diese Form stimmt vollständig mit dem abgesetzten Zapfen 26 Fig. 355 C überein, nur dass gewöhnlich an dem einen Stück b mehrere Zapfen und dem Querstück a ebenso viel Zapfenlöcher angebracht werden müssen.

36) Der Grath. Das eine aufrechtstehende Stück a erhält, wie Fig. 355 J verdeutlicht, über die Fläche quer hinlaufend einen eingeschnittenen Grath m, das zweite einen angestossenen Grath n, Fig. 355 K, welcher in die erstere eingeschoben wird. Da diese Verbindung auf den Grath die solideste bei den Querverbindungen ist, so wird sie in allen Fällen verwendet, wo es auf Sicherheit und Festigkeit ankommt.

Bei den eigentlichen Kreuzverbindungen für Sprossen- und Rahmenwerk findet die Zusammenfügung gewöhnlich durch folgende Formen Statt.

37) Die Ueberblattung. Jedes Stück wird auf der Vereinigungstelle in der halben Dicke mit einem Einschnitt versehen, dessen Breite gleich ist der Breite des zweiten Theils.

38) Die Ueberkämmung. Diese Form ist von der vorhergehenden 37 dadurch verschieden, dass in jedem Theil, wie Fig. 355 M zeigt, statt eines viereckigen Ausschnittes zwei dreieckige r und s eingearbeitet werden.

39) Die Verzapfung, Fig. 355 N. Hierbei geht das eine Stück a als Ganzes durch, während das zweite Stück b in zwei Theile zerschnitten wird, wovon jedes mit einem Zapfen n, dessen Länge gleich der halben Breite des Stückes a ist, in das letztere seitwärts eintritt.

Die Kreuzverbindungen zur Bildung von Scheidewänden werden in der Regel ebenfalls so hergestellt, dass eine Wand ununterbrochen durchläuft und die Querwände damit verbunden werden durch

40) die Verzapfung, wie bei 39,

41) die Nuth, wie bei 34 und

42) den Schwalbenschwanz, wie bei 36.

Im Allgemeinen ist zu den Holzverbindungen noch zu bemerken, dass dieselben noch sehr oft zu einer festeren Vereinigung gebracht werden, indem man sie an den Berührungsflächen zugleich verleimt, oder indem man Nägel durchschlägt, Schrauben einbohrt, Dibbel einsteckt u. s. w.

Die häufige Anwendung dieser Zusammenfügungen, und der Grund, dass einige hierzu verwendete Formungen mit den einfachen Werkzeugen (Meissel, Säge, Hobel) sich nur langwierig herstellen lassen, hat die Ausbildung besonderer Werkzeuge und Spezialmaschinen verursacht, welche nun noch in Kürze hier angegeben werden mögen.

Es genügt dabei ebenfalls die Berücksichtigkeit der Grundformen Falz, Zapfen nebst Nuth und Schwalbenschwanz.

Ist der Falz kurz (Blatt), z. B. bei der Längenverbindung 8 S. 413, so wird er durch die Säge hergestellt, welche einmal parallel und dann quer gegen die Fasern auf die verlangte Tiefe einschneidet. — Lange Falze zur Vereinigung von Brettern in der Breite jedoch müssen gehobelt werden, wozu man sich des Falzhobels S. 244 ohne und mit Vorschneider S. 245 bedient, je nachdem Langholz oder Querholz zu bearbeiten ist.

Die Herstellung der Zapfen und der Zapfenlöcher oder Nuthen ist auch verschieden, je nachdem diese Formungen geringe und grössere Dimensionen haben. — Die eigentlichen Zapfen werden entweder mit einer

Handsäge, wie das Blatt oder auch oft mittelst Kreissägen und Fräsen erzeugt. Die Kreissägen sind dann zweckmässig folgendermassen angeordnet. Zwei Kreissägen sitzen auf einer vertikalen Welle um die Dicke des Zapfens von einander: sie schneiden das Holz an der Hirnseite um die Länge des Zapfens ein. Sodann sind noch zwei Kreissägen auf zwei horizontalen Wellen vorhanden: diese schneiden das Holz auf beiden Seiten quer bis zum Zapfen ein, wodurch die prismatischen Eckstücke herausfallen. — Die Fräsen werden auf zweierlei Weise in Anwendung gebracht. Einmal so wie bereits S. 297 bei der Zapfenschneidmaschine beschrieben. Zweitens findet man oft zwei Fräsköpfe auf zwei horizontalen Wellen, zwischen welchen das Holzstück durchgeschoben wird [1]). — Die Zapfenlöcher werden entweder ausgestemmt mit dem Stemmzeug S. 234, oder der Stemmaschine S. 258, oder ausgebohrt mit der Holzlanglochbohrmaschine S. 299.

Zur Hervorbringung der Nuth und Feder (Spund) bedient man sich der Nuthfeder- oder Spundhobeln S. 246 und ausserdem, bei Grossbetrieb, der Nuth- und Federmaschinen [2]), welche Kreissägen oder Fräsen als arbeitende Werkzeuge haben. — Bei Anwendung dieser Werkzeuge zum Nuthen sind folgende Methoden üblich. — 1) Die Kreissäge steckt schief auf der Achse [3]). In diesem Falle erhält das an der Kreissäge entlang geführte Arbeitsstück eine Nuth, deren Breite gleich ist dem Abstande der beiden äusseren Sägekanten, welcher durch die Projektion gemessen werden kann. Damit die Tiefe des Einschnittes überall gleich wird, muss die Säge je nach dem Grade der Schiefstellung mehr oder weniger elliptisch sein. — 2) Die Kreissäge besitzt an dem Rande eine Dicke, welche gleich der Nuthbreite ist. — 3) Statt der Säge wendet man eine Fräse von der Form B, Fig. 306, S. 292, oder einen Fräskopf mit entsprechend schmalen Messern an. In diesen 3 Fällen ist es bequem, das arbeitende Werkzeug, dass sich mit 1000 bis 2000 Umdrehungen in der Minute bewegt, auf eine vertikale Spindel zu stecken, also zum Betrieb eine Fräsmaschine Fig. 307 und dergl. zu benutzen. — 4) Beim Nuthen auf Querholz, z. B. zum Einschieben von Leisten S. 414 und in dem Falle 33 S. 416, auf Eisenbahnschwellen u. s. w., sowie auf fladerigem Holz S. 35 würden die eben genannten Werkzeuge die Seitenflächen der Nuth nicht sauber genug abarbeiten. Daher ist hier eine Anordnung sehr empfehlenswerth, welche in zwei Kreissägen besteht, die um die Nuthbreite von einander auf einer Welle sitzen und einen Fräskopf mit Messern zwischen sich haben. — Da die Herstellung der Federn auf die Bildung zweier Halbnuthen, die an den Seiten der Federn liegen, zurück geführt werden kann, so ist leicht zu erkennen, dass die eben genannten Werkzeuge zum Nuthen auch zum Federn zu verwenden sind. — Desgleichen dienen sie in allen Fällen, wo mehrere Nuthen und Federn auf einmal hergestellt werden sollen, indem man eine grössere Zahl 3 bis 6 derselben auf einer Welle neben einander anbringt. Dadurch ist auch zugleich die Möglichkeit geboten, eine grössere Anzahl Bretter gleichzeitig zu spunden.

Grössere Schwierigkeit in der Erzeugung bietet der Schwalbenschwanz und seine Variationen (Grath, Zinke) wegen der schief gestellten Flächen. Der einfache Schwalbenschwanz Fig. 353 C, also auch die ordinäre Zinke

---

1) Exner, Bericht, S. 34. — Richards, Wood-working machines, S. 259. 2) Hütte, 1863. Taf. 35. — Publ. ind., Bd. 20. S. 526. — Polyt. Centr., 1862. S. 1273; 1863. S. 1206. — Dingler's Journ., Bd. 174. S. 249 u. 330. 3) Wiebe, Skizzenbuch, 1872. Heft. 83. Bl. 5. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1857. S. 163; 1867. S. 734. — Dingler's Journ., Bd. 142. S. 184.

kann zwar leicht hergestellt werden durch zwei schräg liegende Sägeschnitte und Abtrennen des Holzprismas durch Ausstemmen oder Aussägen mit einer Stichsäge. Allein diese Arbeit ist da, wo es sich um die Anfertigung einer grossen Anzahl dieser Verbindungsform handelt, z. B. in Kistenfabriken, viel zu langwierig. Hier wendet man daher Maschinen (Zinkenschneidmaschinen, *Dovetailing machine*) an, welche bis jetzt in zwei verschiedenen Systemen konstruirt sind, je nachdem die Fräse oder die Säge als arbeitendes Werkzeug angewendet wird. Bei der Zinkenfräsmaschine [1]) ist das Werkzeug verschieden, je nachdem die Zinkenschlitze oder die Zinkenzapfen erzeugt werden sollen. Zu den Zinkenschlitzen hat die Fräse die Gestalt eines abgestumpften Kegels mit Messern, welche nach dem Prinzip der Langlochbohrer Fig. 310 D und F S. 299 konstruirt sind. Zu den Zinkenzapfen dahingegen haben die nach demselben Prinzip gebildeten Fräsen eine zylindrische Gestalt. Die Zinkenschlitze werden nun einfach dadurch erzeugt, dass eine Reihe Kegelfräsen, welche sich in schneller Rotation befinden, an der Brettkante niedergesenkt wird. Zur Herstellung der Zinkenzapfen wird desgleichen eine Reihe rotirender Zylinderfräsen senkrecht niedergelassen. Das auszufräsende Brett aber wird denselben zweimal unter einer Neigung dargeboten, welche den Winkeln der Fräsezapfen entspricht, z. B. unter 60 und 120°, oder unter 45 und 135° gegen die Bewegungsrichtung der Fräsen, wenn dieser Winkel 60 oder 45° beträgt.

Die Zinkenschneidmaschinen [2]) des zweiten Systems besitzen als Werkzeug eine eigenthümliche Säge, eine Kombination einer Kreissäge mit einer Zylindersäge S. 284, wovon die Kreissäge die Einschnitte und die Zylindersäge die Querschnitte macht, so dass das Holzstück als Ganzes herausfällt.

Die aus Segmenten gebildete Kreissäge ist zunächst zur Hälfte exzentrisch gezahnt und zwar so, dass die Zahnlinie an einem Ende um 10 bis 15 mm. weiter von der Drehachse absteht als an dem anderen Ende. An diese Säge schliesst sich nun an der Stelle der grössten Entfernung von dem Drehpunkt, eine Zylindersäge an, welche durch Umbiegen des Randes der Kreissäge in die Zylinderfläche gebildet ist und die zweite Hälfte des Sägeblattes einnimmt. Der erste halbe Umgang der Säge erzeugt daher den Einschnitt und der zweite den Querschnitt. In der Regel arbeiten nun zwei solche Sägen zusammen. In diesem Falle sitzen sie auf zwei Wellen, welche in der Horizontalebene so gegen einander geneigt sind, dass die Sägen unter demselben Winkel gegeneinander stehen, unter welchem die Seiten der Zinkenschlitze konvergiren. Auf den zugekehrten Flächen sind die Sägen sodann als flache Kegelräder gezahnt, und miteinander in Eingriff gebracht. — Neuerdings hat man nach demselben Prinzip Handsägen zum Ausschneiden der Zinken konstruirt (*Dovetail saw*).

Sind die schwalbenförmigen Nuthen lang wie beim Grath (20 S. 414 oder 36 S. 417), so werden sie seltener mit Maschinen, gewöhnlich mit der Hand hergestellt. Man gebraucht dazu die Grathsäge S. 266 zum Einschneiden der schrägen Seiten und den Grundhobel S. 247 zum Ausarbeiten des dazwischen stehenden Holztheiles. — Der Grathhobel S. 247 dient sodann zur Herstellung der schwalbenschwanzartigen Feder.

---

1) Richards, Wood-working machines, S. 268. — Wiebe, Skizzenbuch, 1870. Heft 68. Bl. 1. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1867. S. 369 u. 387. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 104; 1870. S. 204. — Polyt. Centr., 1868. S. 627; 1871. S. 497. — Dingler's Journ., Bd. 175. S. 3; Bd. 183. S. 13; Bd. 188. S. 169: Bd. 193. S. 177; Bd. 214. S. 288. 2) Polyt. Centr., 1868. S. 447. — Dingler's Journ., Bd. 187. S. 185; Bd. 188. S. 174.

V. Verbindung durch Nägel, Dibbel, Niete, Schrauben und Keile.

Die Vereinigung zweier oder mehrerer Stücke zu einem Ganzen kann auch mit Hilfe besonderer (dritter) Theile bewerkstelligt werden. Es ist diese Verbindungsart um so wichtiger, als sie auch solche Zusammenfügungen, bei welchen eine Beweglichkeit oder wiederholt eine Trennung beabsichtigt wird, d. h. also Gelenk- und lösbare Verbindungen, leicht auszuführen gestattet. Im Allgemeinen wird sie dadurch hergestellt, dass man die zu verbindenden Stücke mit Löchern versieht und die verbindenden Theile so durch oder in diese Löcher steckt, dass sie zum Theil in dem einen, zum Theil in dem anderen Stücke sitzen. Die verbindenden Theile, welche entweder Nägel, Niete, Schrauben oder Keile sind, sitzen dann in den Löchern entweder durch Reibung fest, oder sie halten dadurch die einzelnen Stücke zusammen, dass sie ausserhalb der Löcher Verdickungen, (Köpfe, Têtes, *Heads*) erhalten.

A. Nageln. (Clouer, *Nailing*).

Bei dieser Verbindungsart, welche nur bei Holz Anwendung finden kann, entweder um Holz mit Holz, oder Metall auf Holz zu befestigen, werden Nägel (Clou, *Nail*) aus Metall (Eisen oder Messing, selten Kupfer oder Zink) oder Holz (Dibbel, Dübel, Dübbel, Döbel, Dippel, Cheville, Goujon, Gougeon, *Dowel*, *Treenail*, *Trenail*, *Trennel* S. 236) mehr oder weniger gewaltsam in das Holz eingetrieben.

Um dies Eintreiben zu ermöglichen oder zu erleichtern und um die Gefahr des Spaltens zu vermeiden, werden Löcher in dem Holz vorgebohrt, die jedoch im Durchmesser stets kleiner sein müssen als die Nägel oder Dibbel, damit diese sich kräftig einkeilen. Für Metallnägel sind diese Löcher nur so weit zu bohren, dass ihre Durchmesser etwa zwei Drittel, für Holznägel etwa fünf Sechstel von der grössten Dicke der Nägel betragen. — Für kleinere Nägel aus Metall (Drahtstifte) werden oft entweder gar keine Löcher vorgebohrt, oder nur mit einem schmalen, scharfen, meisselartigen Werkzeug die Fasern des Holzes quer abgestochen. — Beim Einschlagen feuchtet man gern die Nägel ein wenig an (indem man sie z. B. durch den Mund zieht) um das Gleiten zu begünstigen und ein geringes, das Festhalten beförderndes Rosten zu veranlassen. — Dibbel werden deshalb in Leimwasser getaucht.

Die verschiedenen Grössen der Holzverbindungen fordern natürlich eben so viel verschiedene Grössen der Nägel, so zwar dass die gewöhnliche Grösse etwa zwischen 230 mm. Länge mit 9 mm. Dicke und 10 mm. Länge mit 1,5 mm. Dicke liegt. Die gebräuchlichsten Grössen sind folgende [1]):

1) Schiffnägel, Mühlnägel, Sparrennägel 120 bis 300 mm. lang und 10 bis 20 mm. dick.

2) Bodennägel, Fussbodennägel, (Clous à parquet, Cl. à plancher, *Brads*) 96 bis 110 mm. lang und 4 bis 5 mm. dick.

3) Lattennägel, (Clous à lattes, *Lath nails*) 84 bis 90 mm. lang und 3,5 bis 4,0 mm. dick.

4) Halbe Lattennägel, etwa 70 mm. lang und 3,5 mm. dick.

5) Brettnägel, Dielennägel, Spundnägel, Verschlagnägel, (Clous à plancher, Cl. à madrier, *Plank nails*) 66 bis 70 mm. lang und 3 mm. dick.

---

1) Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. I. S. 485.

6) Halbe Brettnägel, 50 mm. lang und 3 mm. dick.
7) Schindelnägel, 50 bis 75 mm. lang und 3 mm. dick.
8) Schlossnägel, 36 bis 42 mm. lang und 2 bis 2,5 mm. dick.
9) Halbe oder kleine Schlossnägel, Rahmennägel, 25 mm. lang und 2 mm. dick.

Die Köpfe der Nägel sind gewöhnlich pyramidal, d. h. aus 4 bis 8 flach liegenden Flächen gebildet (rundköpfig), mitunter aber mit zwei umgebogenen Lappen versehen, die in das Holz eingetrieben werden (gescherte Nägel). Auch halbrunde und zylindrische Knöpfe kommen vor. — Der Querschnitt des Schaftes ist in der Regel quadratisch, oft auch rund; im ersten Falle werden die Nägel aus Nageleisen S. 195, im zweiten Falle aus Rundeisen geschmiedet (geschmiedete Nägel) oder kalt mit Maschinen aus Blech geschnitten (geschnittene Nägel) oder aus quadratischem oder rundem Draht hergestellt (Drahtstifte, Drahtnägel, Clous d'epingle, Pointes de Paris, *Wire tacks*).

Da es wichtig ist, die Gewichte der Nägel mit ihren Dimensionen zu wissen, so mag dazu folgende Tabelle angereiht werden.

Zahl der Nägel auf 20 Kilogr.	Rundköpfige Länge.	Rundköpfige Dicke.	Gescherte Länge.	Gescherte Dicke.
250	230 mm.	9 mm.	220 mm.	9 mm.
375	195 «	7 «	190 «	9 «
500	165 «	6 «	170 «	6 «
1000	130 «	5 «	135 «	5 «
2000	100 «	4 «	100 «	4 «
3000	80 «	4 «	80 «	4 «
4000	60 «	3,5 «	70 «	3,5 «
6000	50 «	3 «	60 «	3 «
12000	40 «	2,5 «		
16000	30 «	2,0 «		
27000	22 «	2,0 «		
56000	15 «	1,5 «		
70000	10 «	1,5 «		

Die zylindrischen Nägel gestatten wegen ihrer einfachen Gestalt die Bestimmung des Gewichts für eine bestimmte Anzahl Nägel oder die Bestimmung der Anzahl Nägel auf ein bestimmtes Gewicht nach einer einfachen Formel. Ist nämlich P das Gewicht für 1000 eiserne Nägel, d der Durchmesser und l die Länge eines Nagels in Millimetern, so ist genau genug

$$P = \frac{d^2 l}{162}.$$

Hiernach ergiebt sich z. B. für Nägel die aus Rundeisen geschmiedet sind und für Drahtstifte folgende Skale:

Zahl auf 20 Kilo.	Länge in mm.	Durchmesser in mm.
100	300	10,0
200	260	8,5
235	230	8,0
360	200	7,0
430	165	6,7
800	144	5,4
1250	130	4,5
2000	105	4,0

Zahl auf 20 Kilo.	Länge in mm.	Durchmesser. in mm.
6000	72	2,8
8600	65	2,5
9500	60	2,5
16000	50	2,0
27400	45	1,6
50000	32	1,4
80000	26	1,3
200000	20	0,9
480000	10	0,9

B. Nieten. (River, *Riveting*)[1].

Unter Nietungen, Vernietungen begreift man im engeren Sinne die Verbindungen plattenförmiger Arbeitsstücke mit Hilfe der Niete (Rivets, *Rivets*), im weiteren Sinne aber auch diejenigen Zusammenfügungen, bei welchen ein Arbeitsstück mit einem nietförmigen Ansatz durch eine Oeffnung des anderen gesteckt und durch Stauchen dieses Ansatzes befestigt wird. Man kann demnach ein mittelbares und ein unmittelbares Zusammennieten unterscheiden.

Die Niete, (Nietnägel, Nietbolzen) sind zylindrische (selten prismatische, mitunter in der Längenrichtung hohle) Körper aus demselben Metall wie das Arbeitsstück, welche nach der Einbringung an beiden Enden durch Stauchen so verbreitert sind, dass sie nicht nur am Ausfallen verhindert werden, sondern auch in den meisten Fällen die Arbeitsstücke zusammenpressen. — Nur wenn durch Niete Gelenkverbindungen hergestellt werden sollen, wie an Scheren, Zangen, Scharniren, Gelenkketten (in Federuhren, Galle'sche Kette, an Kettenbrücken etc.) müssen die Verbindungsstücke einen die Bewegung gestattenden Spielraum zwischen sich behalten. — Gewöhnlich wird das Niet vor dem Gebrauch schon mit einem Kopf (Setzkopf) versehen, während der zweite, zum Schliessen der Nietung dienende Kopf (Schliesskopf) erst gebildet werden kann, wenn der Nietnagel in dem Arbeitsstück sitzt. Die Anfertigung solcher Nietnägel geschieht stets durch Anstauchen des einen Endes vermittelst Hammerschläge oder Anpressen, und zwar bei kleinen Nieten aus kurzen Drahtstücken kalt, bei grossen aus Stangenabschnitten in der Glühhitze. Im ersten Falle klemmt man das Drahtstück zwischen die Backen eines kleinen Schraubstockes oder einer besonderen Kluppe (Nietkluppe), so dass ein zur Bildung des Kopfes erforderliches Stück frei steht, und schlägt dieses breit. Im zweiten Falle bedient man sich zum Festhalten eines Nageleisens S. 190 oder eines Nietamboses, welcher aus einem gewöhnlichen Ambos besteht, der auf der Bahn eine Vertiefung besitzt, in welche Stahlklötze von der Einrichtung eines Nageleisens Fig. 238 S. 190 und je nach der Grösse des Nietes verschieden eingesenkt werden. Zum Ausstossen des fertigen Nietes ist dann in oder unter dem Ambos ein Hebel angebracht, der mit dem Fuss bewegt wird[2]). Die saubere Ausbildung des Kopfes welcher gewöhnlich die Form eines Kugelabschnittes, mitunter auch die eines Kegels hat, kann schliesslich nur mit Kopfstempeln S. 190 erreicht werden.

Zur Bildung des Kopfes an grösseren Nieten eignen sich vorzüglich die kleinen mechanischen Hämmer, namentlich der Federhämmer Fig. 192

---

1) Karmarsch-Hartig, Technol., I. S. 382. — Wiebe, Masch.-Baumat., S. 436.
2) Berliner Verh., 1849. S. 77. — Wiebe, Masch.-Baum. S. 437.

S. 157 und der Tritthämmer Fig. 186 S. 148, wenn die Hammerbahn zugleich den Kopfstempel enthält.

Für den grösseren Bedarf werden die Niete neuerdings fast ausschliesslich auf besonderen Nietenmaschinen, (*Rivet making machine* [1]) hergestellt. Das arbeitende Werkzeug derselben ist ein Nietstempel, mit einem Nageleisen. Der Nietstempel erhält eine genügend kräftige Bewegung entweder durch eine stossende Masse (Fallwerk, Hämmer etc.) oder zweckmässiger durch ein Druckorgan. Man wendet dann einen Hebel, Exzenter, Kniehebel, Schrauben oder hydraulische Vorrichtungen an (Nietenpresse).

Von einer Nietkopfpresse mit Hebelantrieb giebt die in Fig. 262 S. 228 dargestellte Lochmaschine ein deutliches Bild, da dieselbe wirklich dadurch in eine Nietpresse verwandelt werden kann, dass man an Stelle des Lochstempels a einen Nietstempel, und der Lochmatrize ein entsprechendes Nageleisen einsetzt [2]).

Desgleichen ist an der Schmiedemaschine Fig. 196 S. 160 die Anordnung leicht zu erkennen, welche getroffen wird [3]), wenn ein Kreisexzenter als Antriebsorgan verwendet wird, indem man auch hier sich bei c nur den Kopfstempel und bei u die Nietmatrize vorzustellen braucht. — Die Fig. 255 und 256 S. 225 stellen ebenfalls eine Anordnung für Exzenterbewegung vor, wie sie zum Nietpressen geeignet ist.

Für die fabrikmässige Anfertigung der Niete werden die Nietpressen vorzugsweise mit Hebel- oder Exzentermechanismen und mit Vorrichtungen ausgestattet, welche ein sehr schnelles Ausstossen des fertigen Nietes aus der Nietmatrize und ein ebenso schnelles Einlegen eines frischen Nietschaftes gestatten. Sehr gebräuchlich ist dazu eine Matrizenscheibe [4]). Man versteht darunter eine runde, gusseiserne Scheibe, welche auf der Peripherie eine Anzahl z. B. 8 radiale Löcher oder Matrizen besitzt und die sich entweder absatzweise oder kontinuirlich um ihre horizontal liegende Achse dreht. Neben dieser Matrizenscheibe befindet sich sodann ein Mechanismus für die Bewegung des Nietstempels (nach dem durch Fig. 196 S. 160 erläuterten Prinzip) mit der Anordnung, dass der Stempel sich in dem Augenblick gegen die Scheibe bewegt und den Kopf anstaucht wenn diese Scheibe durch ihre Drehung einen Nietschaft unter den Stempel gebracht hat. Zum Auswerfen des durch einen Stoss fertig gewordenen Nietes dienen Stahlzylinder, welche in den Nietenmatrizen sitzen — (und namentlich auch dazu dienen, den auf das Niet ausgeübten Druck aufzunehmen). — Diese Stahlzylinder stützen sich nämlich gegen einen starken, innerhalb der Matrizenscheibe exzentrisch und fest sitzenden Zylinder, dessen grösste Exzentrizität nach unten gerichtet ist, und werden daher, durch die Matrizenscheibe mitgenommen, bei einer halben Umdrehung derselben, nach und nach radial auswärts gedrängt, wobei sie die Niete vor sich her aus der Matrize schieben; während der zweiten Hälfte der Umdrehung treten sie dann wieder nach innen zurück. Bemerkenswerth an dieser Maschine ist noch, dass die durch eine Schere von Rundeisen abgeschnittenen Nietschäfte mit der Hand in die Matrizen eingesteckt werden und dass, des bequemen Handhabens wegen, der Stempel $22\frac{1}{2}$ Grad gegen den Horizont geneigt angeordnet ist.

---

1) Hütte, 1867. Taf. 14. — Publ. ind., Bd. 5. S. 77; Bd. 15. S. 207. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1858. S. 118. 2) Prakt. Masch. Constr., 1870. S. 291. 3) Polyt. Centr., 1861. S. 442; 1862. S. 730; 1874. S. 1331. 4) Mitth. des hann. Gew.-Ver., 1862. S. 224. — Civiling., Bd. 9. S. 217. — Hoyer, Ausstell.-Ber., S. 17. — Polyt. Centr., 1862. S. 1204. — Dingler's Journ., Bd. 174. S. 334; Bd. 208. S. 341.

Die bereits S. 161 und 228 erwähnten Eigenthümlichkeiten des Kniehebels lassen diesen auch für Nietenpressen als ein vorzügliches Druckmittel erkennen und verwenden. Die Anordnung kann dann sehr gut nach dem Prinzip der Kniehebelpressen S. 161 ausgeführt werden.

Seltener wird die Schraube [1]) oder gespannter Dampf als Druckmittel an Nietenmaschinen gebraucht.

Neuerdings kommen auch zur Anfertigung der Niete hydraulische Maschinen in Anwendung, deren Konstruktionsprinzip mit demjenigen der später zu erwähnenden, hydraulischen Vernietmaschinen übereinstimmt.

Um die Nietköpfe sehr sauber herzustellen, und namentlich von dem Grath zu befreien, ist eine besondere Maschine (Nietenputzmaschine, *Rivet head dressing and cropping machine*) konstruirt, deren Haupttheil in einem scherenartig wirkenden Hohlzylinder, ähnlich der Lochscheibe einer Durchbruchmaschine besteht, durch welchen man das Niet gehörig zentrirt durchdrückt [2]).

Wenn zwar die kleineren Niete aus hartem Metall (Eisen) und auch grössere aus weichem Metall (Kupfer) in kaltem Zustande geprägt werden, so müssen doch die grösseren Niete aus Eisen sowohl bei der Herstellung als der Anbringung, aus S. 132 angegebenen Gründen, stets in glühendem Zustande verarbeitet werden. Zum Erhitzen der Niete dienen entweder die gewöhnlichen Schmiedeessen, S. 135, oder die transportablen Schmieden oder auch besondere Nietenglühöfen. Unter den letzteren ist ein Ofen erwähnenswerth [3]), der so eingerichtet ist, dass die Nieten nicht direkt mit dem Brennmaterial in Berührung kommen, indem sie nur in Löcher gesteckt werden, die sich in den aus feuerfesten Steinen gebildeten Wänden eines Feuerraumes befinden.

Da das Anstauchen des zweiten Nietkopfes, des Schliesskopfes, im Grunde genommen von der Herstellung des Setzkopfes nur dadurch abweicht, dass es erst vorgenommen werden kann, nachdem das Niet durch das Loch gesteckt ist, so sind auch die oben angegebenen Mittel zur Bildung des Setzkopfes mit einigen Abänderungen zum Vernieten anwendbar, das demnach ebenfalls mit der Hand oder mit machinalen Vorrichtungen vorgenommen wird.

Die Handnieterei findet bei kleinen Nieten (an Mechaniker-Arbeiten etc.) stets, bei grossen Nieten (Vernieten von Dampfkesseln etc.) noch sehr oft Anwendung. Sie findet an kleinen Arbeiten in der Weise Statt, dass man das Niet, mitunter noch ohne Setzkopf, durch das Arbeitsstück steckt, an einem Ende unterstützt z. B. durch den Ambos, und das freie Ende durch Hammerschläge anstaucht, wobei man sich, der besseren Ausbildung des Kopfes wegen, oft eines Nietstempels (Chasse-rivet, Bouterolle, *Riveting-set*) bedient, der auf der Aufsetzfläche die umgekehrte Form des Nietkopfes enthält und direkt mit der Hand oder an einem Stiel gehalten wird. — Bei grossen Arbeitsstücken ist gewöhnlich die Anwendung eines feststehenden Amboses unbequem oder unthunlich, und darum statt dessen ein bewegbares, den Ambos vertretendes Werkzeug in Gebrauch, welches beim Vernieten gegen das eine Nietende gehalten wird (Vorhalter) und gewöhnlich die Form eines Setzhammers Fig. 200 A oder einer Keule besitzt. Da das Gewicht des Zuschlaghammers zum Stauchen der eisernen Niete von 25 bis 30 mm. Schaftdurchmesser, 4 bis $4^1/_2$ Kg. betragen und das Gewicht des Vorhalters 10 bis 15 mal grösser, also 40 bis 60 Kg. sein muss, und

1) Polyt. Centr., 1875. S. 1065. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1875. S. 262. 2) Hoyer, Ausst.-Ber., S. 19. 3) Prakt. Masch. Constr., 1873. S. 69. — Dingler's Journ., Bd. 165. S. 183.

da dieses Gewicht von einem Arbeiter nicht mehr lange ohne Ermüdung gehalten werden kann, mehrere Arbeiter aber sich oft im Wege stehen, so ist es sehr empfehlenswerth, den Vorhalter entweder an eine Kette zu hängen, oder durch einen Bock zu unterstützen. Dieser Bock muss je nach dem Arbeitsstück höher oder tiefer gestellt werden können, und ist daher sehr zweckmässig wie eine Wagenwinde mit Zahnstange oder Schraube und breitem, dreieckigem Fuss eingerichtet (Nietwinde). Der Kopf an der Stange oder Schraube ist sodann für das Auflegen des Vorhalterstiels besonders eingerichtet.

Das Vernieten mit Handwerkzeugen wird in neuerer Zeit immer mehr und mehr durch das Vernieten mittelst der Vernietmaschinen (Nietmaschine, Machine à river, *Riveting machine*) verdrängt, weil diese nicht nur schneller und vortheilhafter, sondern auch mit wenig oder gar keinem Geräusch arbeiten. Dieselben bestehen wie die Nietenmaschinen dem Wesen nach aus zwei Stempeln, wovon der eine als Vorhalter dient (Nietpfanne) und in der Regel fest steht, während der zweite sich um eine bestimmte Grösse und mit einer Kraft bewegt, welche die Stauchung herzustellen vermag und daher namentlich von der Dicke des Nietschaftes und der Beschaffenheit des Materials abhängt. Gewöhnlich giebt man [1]) bei Kesselvernietungen etc. dem Schliesskopf eine Höhe von 0,6 oder 0,8 d wenn d den Nietdurchmesser bezeichnet, so dass der zylindrische Theil, welcher in einen Schliesskopf verwandelt werden soll, eine Länge von 1,3 oder 1,7 d haben muss. Die Stempelbewegung beträgt daher

$$(1{,}3 - 0{,}6)\,d \text{ oder } (1{,}7 - 0{,}8)\,d, \text{ also } 0{,}7 \text{ oder } 0{,}9\,d,$$

also für sehr starke Niete von 25 mm. Dicke 17,5 oder 22,5, und von 30 mm. Dicke 21 oder 27 mm., wonach die Bewegungsorgane einzurichten sind.

Die Stempel der Nietmaschine werden wie bei den Nietenmaschinen indirekt [2]) durch Hebel, Exzenter, Kniehebel oder Schraube, und direkt [3]) durch gespannten Dampf, komprimirte Luft oder Wasserdruck in Bewegung gesetzt, und zwar je nach der Beschaffenheit des Arbeitsstückes in horizontaler oder vertikaler Richtung. Im Allgemeinen kann hier daher auf das verwiesen werden, was S. 423 über die Nietenmaschinen gesagt ist. Im Besonderen ist nur zu bemerken, dass in Rücksicht auf die Beschaffenheit der Arbeitsstücke, welche gewöhnlich sehr breit (Kesselbleche, Brückenbleche etc.), mitunter schmal sind (Träger etc.), das Maschinengestell gewählt werden muss, indem die breiten Bleche einen sehr tiefen Raum zwischen den zwei Stempeln verlangen, wodurch die ganze Maschine eine beträchtliche Höhe erhält.

Da die stark gebauten Nietmaschinen mit Exzenterbewegung oder Wasserdruck von der Art, dass der Nietkopf durch einmaliges Vorschieben des Nietstempels ausgebildet wird, die vorzüglichsten und gebräuchlichsten sind, so mag es hier genügen, auf die Exzenter- und hydraulischen Vernietmaschinen etwas näher einzugehen. Eine Exzenter-Nietmaschine ist in Fig. 356 dargestellt. Der bewegliche Nietstempel B sitzt an einem Schieber S, welcher durch den Kugelzapfen u mit der Exzenterstange verbunden ist und durch den Stellkeil k verkürzt oder verlängert werden kann, um später oder früher zum Anstoss zu gelangen. Die Exzenterstange ist durch

---

1) Reuleaux, Constr., 3. Aufl. S. 176. 2) Publ. ind., Bd. 1. S. 406; Bd. 4. S. 233; Bd. 8. S. 174. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 26. — Polyt. Centr., 1855. S. 1292, 1860. S. 1031; 1862. S. 730; 1864. S. 289 und 291; 1866. S. 713; 1872. S. 730. — Dingler's Journ., Bd. 95. S. 3; Bd. 137. S. 248 u. 249. 3) Polyt. Centr., 1854. S. 1422; 1864. S. 1471. — Dingler's Journ., Bd. 103. S. 9.

einen Ring mit dem Kreisexzenter e in Verbindung gebracht, welcher auf der Exzenterwelle 4 festgekeilt sitzt und von der Riemscheibe R aus, vermittelst der Uebersetzungsräder 4, 3, 2, 1 in Drehung versetzt wird. Ein auf der Exzenterwelle sitzendes Schwungrad unterstützt die Arbeit durch rechtzeitige Abgabe von lebendiger Kraft. Der Gegenstempel A ist entweder unbeweglich angeordnet und dann einfach in den Vorsprung an dem Gestell einge-

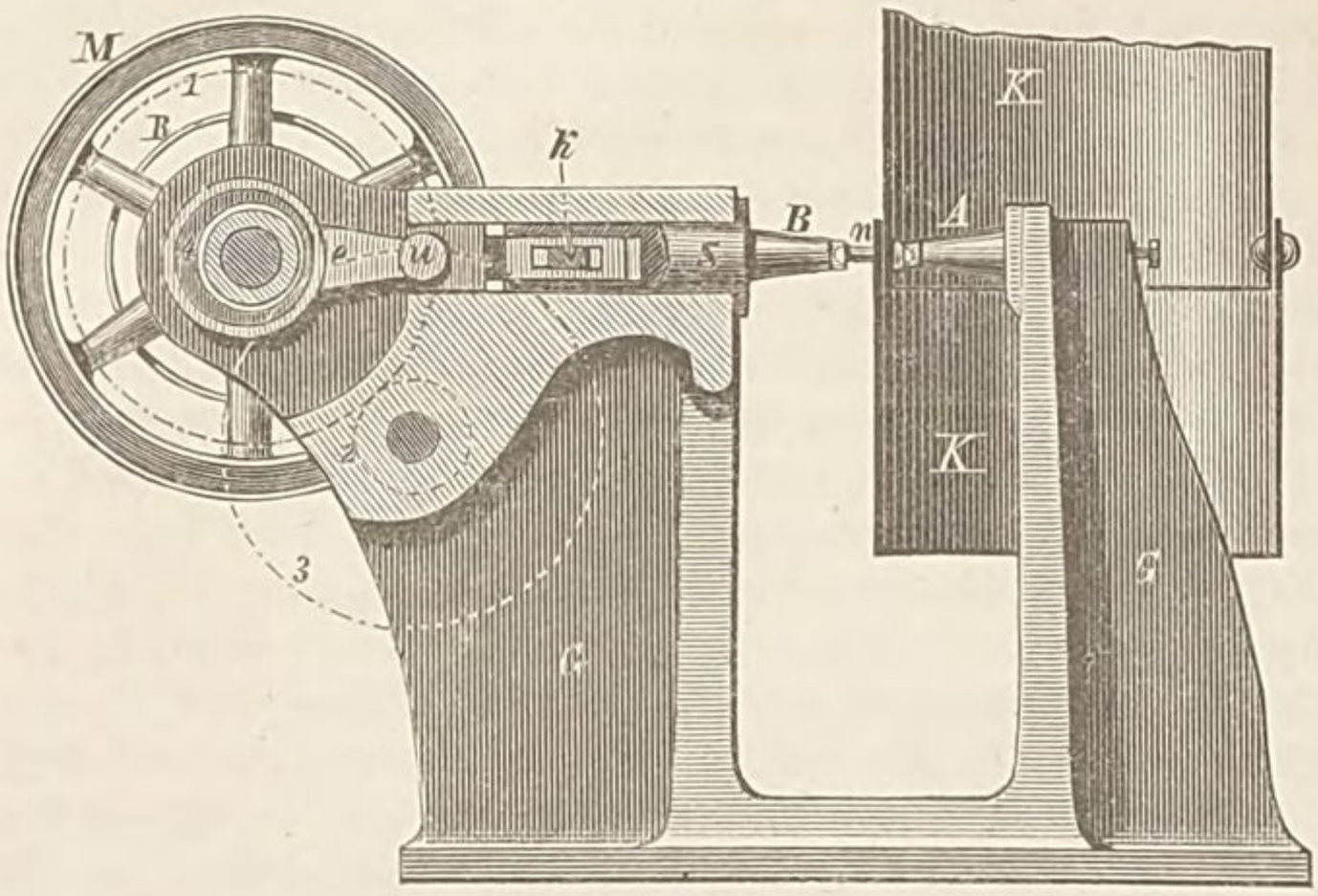


Fig. 356.

schoben, oder derselbe wird mit einer geringen Nachgiebigkeit ausgestattet. In diesem Falle stützt sich der Stempel oder der Stempelträger gegen eine Feder von solcher Stärke, dass sie nur im letzten Augenblick ein klein wenig nachgiebt. Da diese Feder auch komprimirt wird, wenn der Druck zwischen den Stempeln ein vorgeschriebenes Mass überschreitet, so wird durch ihre Anwesenheit die Gefahr des Zerbrechens der Stempel etc. wesentlich vermindert. Um die Bewegung des Stempels zu arretiren, ohne die ganze Maschine zum Stillstehen zu bringen, dient der Keil k, welcher in ähnlicher Weise zur Wirkung gebracht wird, wie bei der Lochmaschine Fig. 262. S. 228. — Wie aus Figur zu erkennen ist, dient diese Maschine zunächst zum Zusammennieten grösserer Bleche zu Kesseln, namentlich Dampfkesseln, weshalb die beiden Gestelltheile G fast um die ganze Breite der Blechtafel frei aufrecht stehen müssen, also bei grossen Blechen (S. 197) etwa 1,5 m. — Um das Arbeitsstück K bequem regieren zu können wird dasselbe an einer Kette aufgehängt, welche durch einen Wirbel um die Vertikalachse drehbar gemacht ist. — Mit obiger Maschine ist man im Stande, in der Minute etwa 15 Niete von 25 mm. Schaftdurchmesser zu schliessen.

Es ist schon an mehreren Stellen dieses Buches auf die Vortheile hingewiesen, welche eine langsam aber stetig drückende Kraft einer stossenden gegenüber besitzt, namentlich wenn die Fortpflanzung der Kraft bis ins Innere des Arbeitsstückes stattfinden soll (S. 142, 159, 398). Da dies letztere nun zu einer guten Vernietung — bei welcher der Nietkörper das Loch vollständig ausfüllt, indem er sich in alle Vertiefungen eindrängt — gefordert werden muss, so ist es erklärlich, weshalb die pressenden Nietmaschinen vor den stossenden den Vorzug verdienen. Da ferner der mit gleichbleibender Kraft arbeitende und leicht regulirbare Wasserdruck gegenüber den anderen Druckkraftorganen hier die meisten Vortheile bietet, so gehören die hydraulischen Nietmaschinen zu den wichtigsten [1]).

1) Polyt. Zeit., 1875. S. 187, 194, 209. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1869. S. 194. — Prakt. Masch.-Constr., 1874. S. 95; 1875. S. 137. — Dingler's Journ., Bd. 105. S. 4; Bd. 220. S. 404.

Sie werden nach zwei verschiedenen Systemen konstruirt, jenachdem der Druck des Wassers direkt oder indirekt von dem Nietstempel aufgenommen wird.

Im ersten Falle hat dieselbe eine grosse Aehnlichkeit mit der hydraulischen Presse, nur in der Regel von derselben abweichend durch das Weglassen der Druckpumpe, an deren statt ein Akkumulator[1]) oder eine Wassersäule den Druck hervorbringt. Ein biegsames Kupferrohr führt sodann dem Presskolben das Wasser zu. Indem es dabei höchst zweckmässig ist, zur Beschleunigung der Arbeit den vorwärts geschobenen Kolben mit Stempel auch durch den Wasserdruck zurückzuschieben, so ist über dem Presskolben noch ein kleiner Kolben vorhanden, auf den in demselben Augenblick das Wasser zu drücken beginnt, wenn das Wasser aus dem grossen Zylinder anfängt abzulaufen. Zum Oeffnen und Schliessen dieser Oeffnung ist ein Vierweghahn angebracht, der von der Hand gesteuert wird.

Die hydraulischen Nietmaschinen mit direkter Wirkung werden, wenn sie gross sind, genau so gebaut, wie die Exzenter-Nietmaschine Fig. 356 S. 426, nur dass an der Stelle, wo hier bei S und e der Exzentermechanismus sitzt, die Druckvorrichtung liegt, welche mit der in Fig. 357 gezeichneten übereinstimmt.

Da die hydraulischen Nietmaschinen von dem gewöhnlichen Triebwerk unabhängig sind, so haben sie noch den besonderen Vortheil, transportabel eingerichtet werden zu können, was zum Zusammennieten von Theilen zu Schiffskörpern, Brücken, Lafetten etc. von grossem Werthe ist.

In Fig. 357 ist eine transportabele hydraulische Nietmaschine *(Portable hydraulic rivetter)*, zugleich mit indirekter Wirkung des Wasserdruckes, zum Theil im Durchschnitt, zum Theil in Ansicht, dargestellt. Der Nietstempel B bildet das Ende eines Stückes D, an dessen anderem Ende mit zwei Gelenkbändern das untere, den Gegenstempel A tragende Stück D scharnirartig verbunden ist. Dasselbe untere Stück wird nämlich noch von zwei Haken C gefasst, dessen Stangen durch ein Paar an dem Pumpenzylinder sitzende Ansätze gehen, und oben Oesen zur Aufnahme der Kette oder Seile besitzen, welche die ganze Maschine tragen. Diese Stangen dienen nicht nur zum Festhalten des Gegenstempels A, sondern auch zur Regulirung der Entfernung zwischen den beiden Stempeln A und B, weshalb ihre neben dem Presszylinder liegenden Theile Schraubengewinde und Muttern besitzen, die eine Verschiebung in den Ansätzen zulassen. An dem, den Stempel B tragenden Theil D befindet sich nun der Kolben S, mit Lederstulpen wie bei hydraulischen Pressen gelidert, in dem Zylinder verschiebbar und mit dem Wasserraum p über sich, in den das Wasser, durch ein Kupferrohr d, von dem Akkumulator her eintritt, um den Stempel nieder zu drücken und die Vernietung zu bewerkstelligen. Nachdem die Bildung des Nietkopfes vollzogen ist, tritt durch die Drehung eines Vierweghahnes dazu veranlasst, das gebrauchte Wasser durch das Rohr a aus dem Raum p heraus und frisches Druckwasser unter den kleinen Kolben r, der durch o mit dem Druckkolben S verbunden ist, um dadurch

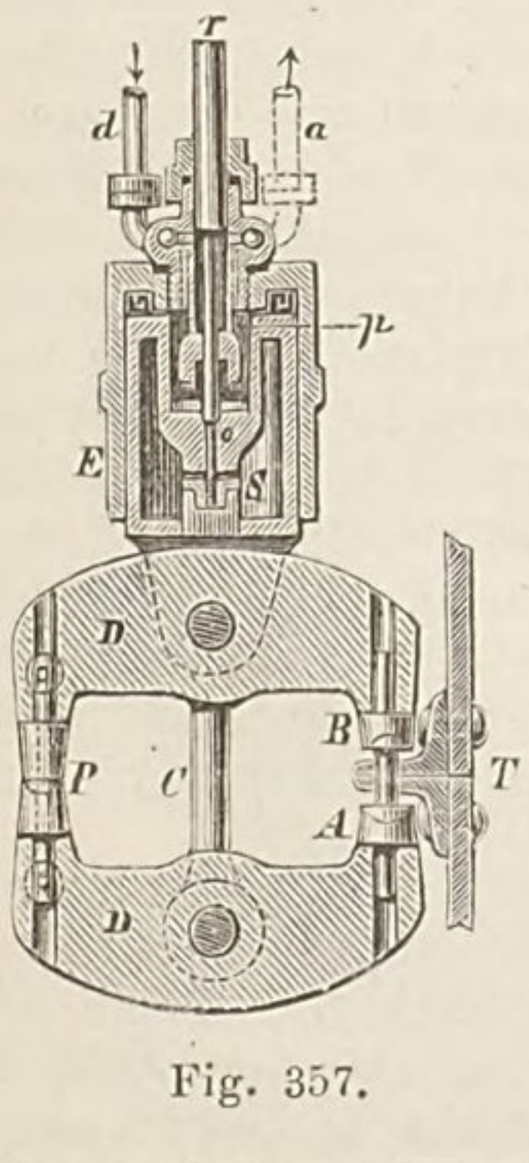


Fig. 357.

1) Rühlmann, Allgem. Maschinenlehre, Bd. I. S. 360; Bd. IV. S. 355.

den letzteren zu heben und für eine neue Arbeit vorzubereiten, die dann sofort nach Umdrehung des Hahnes erfolgt.

Der Druck, welcher in den hydraulischen Nietmaschinen vorhanden ist, variirt natürlich nach der Grösse der Niete und beträgt durchschnittlich 70 bis 100 Kg. auf 1 □ cm. Kolbenfläche, so dass man bei den kleinen Maschinen mit einem Druck von 25000 bis 40000, bei den grösseren und grössten Maschinen mit einer Kraft von 60000 bis 120000 Kg. auf den Nietkopf pressen kann.

Für die Geschwindigkeit der Arbeit wird angegeben, dass man mit denselben in der Stunde 120 bis 300 Niete von 18 bis 25 mm. Durchmesser schliessen kann.

Um bei den grösseren Nietmaschinen nicht nöthig zu haben, das ganze zu einer Füllung erforderliche Wasser dem Akkumulator zu entnehmen, so ist die Anordnung getroffen, dass während der ersten Zeit der Stempelbewegung das Druckwasser aus einem Hochreservoir und erst am Schlusse derselben aus dem Akkumulator zufliesst.

Eine eigenthümliche Anordnung [1]) der hydraulischen Nietmaschine für sehr grosse Arbeit besteht aus zwei etwa 4 m. langen, starken, eisernen Balken, welche aufrecht und um ihre Mitte schwingend angeordnet sind, so dass sie als eine mächtige Zange erscheinen, welche an den oben liegenden Maulenden die Stempel besitzt. Die unteren Enden, welche so tief in eine gemauerte Grube eingelassen sind, dass der Drehbolzen mit dem Fussboden in einer Höhe liegt, bekommen dann durch eine hydraulische Presse die erforderliche Bewegung und einen Druck, dass bis 60000 Kg. auf einen Nietkopf kommen.

Wenn es bei einer Vernietung auf eine möglichst grösste Dichtigkeit abgesehen ist, so muss zunächst dafür gesorgt werden, dass die Nietlöcher genau über einander zu liegen kommen. Um das zu erreichen, werden oft eine Anzahl Blechplatten aufeinander gelegt und gemeinschaftlich gebohrt; oder es werden die Löcher, bevor das Niet eingesteckt wird, mit dem Räumer ausgeglichen. — Sodann ist eine vollständige Berührung der Bleche nothwendig. Um die zu bekommen, muss bei eisernen Nieten die Bildung des Schliesskopfes so schnell stattfinden, dass das Niet gehörig warm bleibt, damit es durch die Verkürzung, in Folge weiterer Abkühlung, die Blechtafeln mit starkem Druck zusammen zieht. Oft werden zu demselben Zweck die Lochränder um das Niet herum, nachdem das letztere schon durchgesteckt ist, kräftig an einander gedrückt mit Hilfe eines Stempels, der auf der Aufsetzfläche eine zylindrische, über den Nietschaft reichende Vertiefung besitzt (Nietenzieher, Anzug) und durch Hammerschläge angetrieben wird. — Nach dem Vernieten endlich wird, zur weiteren Dichtung in manchen Fällen, z. B. bei Dampfkesseln, längs der Naht noch ein Anstauchen mittelst eines stumpfen Meissels und eines Hammers vorgenommen (Verstemmen).

C. Zusammenschrauben.

Die vielseitigste Verwendung zur Vereinigung mehrerer Theile zu einem Ganzen findet die Schraubenverbindung, nicht nur deshalb, weil man sie je nach Belieben als eine feste oder lösbare ansehen kann, und weil sie sowohl bei Metall- als Holzarbeiten brauchbar ist, sondern namentlich auch darum, weil sie eine sehr grosse Sicherheit bietet und fast in allen Fällen zur Anwendung sich eignet.

---

1) Prakt. Masch.-Constr., 1872. S. 334. — Polyt. Zeit., 1875. S. 209. — Polyt. Centr., 1872. S. 502; 1875. S. 606. — Dingler's Journ., Bd. 213. S. 114; Bd. 216. S. 400.

Die Verbindung (Zusammenschrauben, Viser, *Screwing)* kann entweder 1) in der Weise vorgenommen werden, dass die mit einem Kopf (Tête, *Head)* versehene Schraube durch ein rundes Loch des einen Stückes hindurchgesteckt und mit dem Gewinde in eine Mutter eingeschraubt wird, welche in den anderen Theil des Arbeitsstückes eingeschnitten ist, oder 2) dadurch, dass sie durch beide Theile hindurch gesteckt und an dem durchgesteckten Ende eine Mutter aufgeschraubt erhält, oder 3) dass man an dem einen der zu verbindenden Theile eine Massivschraube und an dem anderen eine Mutter anbringt, oder 4) dass man wie unter 3 dem einen Theile eine Massivschraube giebt, welche durch den zweiten Theil hindurchgesteckt wird, und wie bei 2 eine Mutter aufnimmt. — Da die zwei letzten Fälle nur als Abänderungen der Fälle 1 und 2 zu betrachten sind und seltener vorkommen, so mag es hier genügen, die Verbindungen mit besonderen Befestigungsschrauben anzuführen.

Die Befestigungsschrauben sind entweder Holzschrauben oder Mutterschrauben.

Die Holzschrauben (Vis à bois, Clou à vis, *Wood screw)* sind, wie der Name andeutet, nur bei Holzarbeiten zu verwenden, da sie das Eigenthümliche besitzen, dass sie sich beim Einschrauben in das, wie bei dem Gebrauch der Nägel vorgebohrte Holz erst selbst die Mutter im Holz erzeugen. Sie sind deshalb auch nur aus Metall (gewöhnlich aus Eisen oder Messing) herzustellen und mit dem S. 368 angegebenen Gewinde zu versehen. Ihre Grösse ist sehr verschieden, sowohl in Länge als Dicke, in dem die erstere etwa von 3 mm. bis 150 mm., die letztere von 0,6 mm. bis 10 mm. variirt. — Beim Einschrauben legt sich der Kopf der Schraube entweder gegen die obere Holzfläche, oder in eine Vertiefung derselben, wenn er nicht vortreten soll, (versenkter Kopf, versenkte Schraube, Vis noyée, V. perdue, *Sunk screw).* Im ersten Falle ist der Kopf gewöhnlich kugelig (runder Kopf, Tête en goutte de suif, *Circular screw head*), seltener zylindrisch oder prismatisch (sechseckig, viereckig etc.). Die versenkten Köpfe sind kegelförmig (mit der Basis nach oben), mitunter auch zylindrisch.

Die Mutterschrauben[1]) finden sowohl bei Holz als Metallarbeiten Verwendung. Sie sind mitunter aus Holz, gewöhnlich aus Eisen, Stahl Messing, oder, wenn auch seltener, aus Kupfer angefertigt, und bestehen aus dem Schaft oder Bolzen, dem Kopf und der Mutter, welche letztere oft in den einen der zu verbindenden Theile eingeschnitten, häufiger aber als besonderes, selbstständiges Stück (Schraubenmutter, Ecrou, *Screw nut)* in Gebrauch ist. — Die Länge der Schraubenbolzen richtet sich natürlich nach der Dicke des Arbeitsstückes und ist demnach sehr verschieden von den Schräubchen des Uhrmachers hinauf zu den oft mehrere Meter langen Schraubbolzen (Boulon taraudé, *Screw bolt)* des Schiffbauers, den Ankerschrauben etc. Ebenso verschieden ist der Durchmesser, welcher jedoch bei Schrauben mit besonderen Muttern selten unter 6 mm. vorkommt. — Der Kopf dieser Schrauben ist wie bei Holzschrauben kugelig, zylindrisch, prismatisch oder kegelförmig (zum Versenken), am häufigsten sechseckig prismatisch. —

Die Schraubenmuttern werden gewöhnlich sechseckig, selten viereckig, mitunter bei kleineren Arbeiten zylindrisch gemacht, und an den Endflächen nach einem Kegel abgestumpft oder einer Kugel abgerundet.

---

1) Reuleaux, Constr., 3. Aufl. S. 145.

Um eine Schraubenverbindung hervorzubringen, ist eine Relativbewegung zwischen Mutter und Schraube erforderlich: durch Drehung der Schraube in die festliegende Mutter, oder der Mutter auf der festliegenden Schraube. Im ersteren Falle wird die Schraube am Kopf gefasst und zwar, da man selten mit den Fingern im Stande ist, die zum Eindrehen (Anziehen) erforderliche Kraft auszuüben, mittelst eines Werkzeuges, dessen Einrichtung ebenfalls der Grösse des beim Einschrauben erforderlichen Widerstandes angemessen ist. Für kleine Schrauben, also namentlich für Holzschrauben, genügt es, in einen zu dem Zwecke in dem Kopf vorhandenen Einschnitt *(Nick)* den Schraubenzieher (Tournevis, *Screw driver, Turn screw)* zu setzen und diesen umzudrehen. Der Schraubenzieher ist, wie Fig. 358 A zeigt, ein stählernes, federhartes, meisselartiges Werkzeug a mit stumpfer Kante, welches in den Einschnitt des Schraubenkopfes genau passen muss, wenn dieser nicht verdorben werden soll. Derselbe steckt für den gewöhnlichen Gebrauch in dem Heft b, das mit der Hand gedreht wird; für grössere Schrauben in einer Brustleier S. 308, welche eine grosse Kraftausübung gestattet. — Mitunter sitzen in dem Schraubenkopf statt des Schlitzes nur zwei Löcher, in welche dann zwei Zinken eines gabelartigen Schraubenziehers eingesetzt werden. — Auch wird wohl der Kopf quer durchbohrt und dann die Schraube vermittelst eines eingesteckten Stiftes, wie die Schraube am Schraubstock S. 53 gedreht. — An den Schraubenziehern werden bisweilen Einrichtungen getroffen, welche das Ausrutschen aus dem Spalt verhindern [1]). — Zum Einschrauben oder Anziehen grösserer Schrauben reicht ein Schraubenzieher nicht mehr aus, weil derselbe in dem Griff oder in der Brustleier der Kraft nur einen kleinen Hebelarm zum Drehen darbietet, und auch bei grosser Kraft leicht aus dem Schlitz herausgleitet. In diesem Falle gebraucht man daher ein Werkzeug, welches den — für diesen Zweck stets prismatischen — Kopf der Schraube umfasst, einen längeren Hebelarm für die Kraft der Arbeiterhand bildet und Schraubenschlüssel, (Clef à vis, *Screw Key*) genannt wird. Derselbe besteht in der einfachsten Form, Fig. 358 B, aus einem flachen oder runden, eisernen Griff oder Arm b mit einem Maul a, das aus zwei parallelen Flächen besteht, welche sich genau an die Seiten des Schraubenkopfes anlegen. — Wenn solche Schlüssel sehr lang sein müssen (sie kommen bis über 1 m. Länge vor) so wird der Arm der Leichtigkeit halber aus einem schmiedeisernen Rohr gebildet, das mit dem Maulstück zusammengeschweisst wird. — Da bei vielen Arbeiten Schrauben von ungleicher Grösse vorkommen, so ist es zweckmässig, mehrere Maulgrössen zur Hand zu haben. Entweder wird dann der Schlüssel Fig. 358 C an jedem Ende mit einem Maul a ausgestattet (Doppelschlüssel) oder nur an einem Ende mit einem Maul, welches sich für verschiedene Grössen stellen lässt (Englischer Schraubenschlüssel, Universal-Schraubenschlüssel, Clef anglaise, C. universelle, *Spanner, Screw spanner, Wrench, Screw-wrench, Universal screw-wrench).* Die häufige Verwendung des Universalschraubenschlüssels in Folge seiner grossen Bequemlichkeit hat zu so zahlreichen Anordnungen [2]) geführt, dass ihre Aufführung hier un-

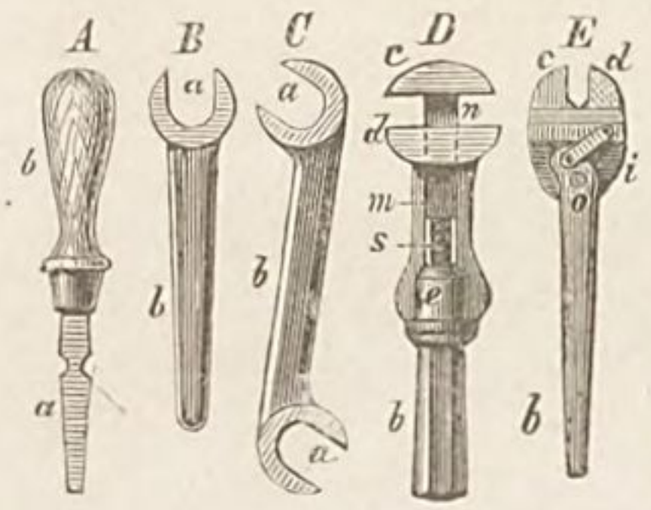


Fig. 358.

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1838. S. 184. 2) Zeitschr. deutsch. Ing., 1857. S. 165; 1862. S. 214; 1864. S. 545. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1838. S. 184; 1859. S. 35; 1864. S. 141 u. 143. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 59; 1873. S. 106.

thunlich erscheint. Nur zwei sehr gebräuchliche und weit von einander abweichende Konstruktionen mögen mit Hilfe der Fig. 358 D und E beschrieben werden. — In Fig. D bilden die beiden Theile c u. d an zwei Seiten des Schlüssels je ein Maul. Der Backen c geht mit einem viereckigen Schaft n durch d hindurch, während der Backen d, vermittelst eines Rahmens m, mit dem Querstück e fest verbunden ist. An das Stück e schliesst sich der Handgriff b, welcher sich in e drehen lässt, an. Da nun der Schaft n als Verlängerung eine Schraube s besitzt, welche in eine mit dem Handgriff b fest verbundene Mutter tritt, so muss durch Drehung des Handgriffs b der Backen c sich verschieben, also die Maulöffnung sich auf die passende Grösse schnell einstellen lassen.

Die Fig. 358 E zeigt einen Universal-Schraubenschlüssel mit selbstthätiger Einstellung der Backen. Derselbe besteht aus einem Kopf, an welchem der Backen d festsitzt und in dem sich der Backen c auf Prismen verschiebt, und der Hebel b um einen Bolzen o dreht. Zwischen dem Backen c und dem Hebel b ist eine Koppel i angebracht und mit beiden gelenkartig verbunden: bei einer Bewegungsrichtung des Hebels schliesst sich daher das Maul c d, während es sich bei entgegengesetzter Bewegung des Hebels öffnet.

Um in denjenigen Fällen, wo ein Herumbewegen des Schlüssels unmöglich oder unbequem ist, das wiederholt vorzunehmende, zeitraubende Aufsetzen des letzteren zu umgehen, hat man auch Schraubenschlüssel nach dem Prinzip der Bohrratsche S. 311 angefertigt. Namentlich eignet sich die Ratsche Fig. 320 C als Schraubenschlüssel, da es hier nur nöthig ist, eine passende Nuss a, z. B. mit sechseckiger Oeffnung, einzulegen, um die Ratsche als Schraubenschlüssel gebrauchen zu können.

Was das Aufschrauben der Muttern anbetrifft, so geschieht dasselbe ausser mit dem Schraubenschlüssel (Clef à écrous) auch, namentlich wenn ein Losdrehen öfter vorkommen soll, mit der Hand an zwei Lappen, die flügelartig an der Mutter sitzen (Flügelmutter, Écrou à oreille, E. ailé, *Thumb-nut*).

In manchen Fällen ist es geboten, das unerwünschte Losdrehen der Schrauben oder Schraubenmuttern zu verhindern. Dann werden die sog. Schraubensicherungen [1]) angewendet.

D. Zusammenkeilen.

Unter Keil (Coin, *Wedge*) versteht man einen schlanken, pyramidalen Körper, gewöhnlich von viereckigem Querschnitt, der in, mit einander korrespondirende Löcher oder Einschnitte der verbindenden Theile eingetrieben, diese zusammenfügt. — Eine Stange wird z. B. dadurch in einer Hülse befestigt, dass man durch Stange und Hülse ein Loch arbeitet und in dieses Loch einen Keil schiebt. — Ein Rad, eine Scheibe, eine Kurbel, ein Hebel wird auf einer Welle ebenfalls durch einen Keil befestigt, den

---

— Polyt. Centr., 1847. S. 674 u. 814; 1848. S. 1205; 1849. S. 663, 707, 708; 1851. S. 1159; 1852. S. 336, 604, 806; 1854. S. 779; 1856. S. 328, 329, 1316, 1317; 1857. S. 549, 1623; 1859. S. 239, 643; 1861. S. 374. 1253; 1862. S. 444; 1864. S. 35, 586; 1869. S. 426, 1224 u. 1636; 1870. S. 806; 1871. S. 959; 1873. S. 621. — Dingler's Journ.. Bd. 105. S. 248; Bd. 111. S. 265; Bd. 113. S. 98; Bd. 121. S. 330. Bd. 123. S. 415; Bd. 124. S. 163; Bd. 125. S. 6; Bd. 131. S. 266; Bd. 140. S. 92; Bd. 153. S. 182; Bd. 160. S. 184; Bd. 161. S. 86; Bd. 166. S. 255; Bd. 167. S. 172; Bd. 171. S. 177, 275, 395; Bd. 176. S. 101; Bd. 190. S. 274; Bd. 195. S. 16. 297; Bd. 196. S. 418; Bd. 206. S. 295; Bd. 207. 449; Bd. 214. S. 102.

1) Reuleaux, Constr. 3. Aufl. S. 161. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1870. S. 431; 1871. S. 13 u. 185.

man in einen Raum eintreibt, der durch eine Nuth (Keilnuth) in der Radnabe und eine solche auf der Wellenoberfläche gebildet wird.

In manchen Fällen ist es unthunlich, den Keil durch beide zu verbindende Theile zu stecken. Dann wird nur der eine Theil mit einem Keilloch versehen und so durch den zweiten Theil hindurch gesteckt, dass das Keilloch ausserhalb zu liegen kommt. Der sodann eingeschlagene Keil treibt dann beide Theile zusammen, wie dies unter anderem an der Holzverbindung, Fig. 355 D S. 415, zu erkennen ist, wo der Keil k die Holztheile a und b aneinander presst. Andere Beispiele dieser Art sind zu ersehen aus Fig. 325 A S. 319, Fig. 290 S. 267, sowie in etwas veränderter Anordnung in Fig. 42 S. 59, Fig. 50 S. 60, Fig. 77 S. 72 und in Fig. 274 S. 242. — Wenn der Keil durch den einen Theil geht und vor dem zweiten liegt, so heisst er Vorsteckkeil oder Vorsteckknagel (Splint, Schliesse, Clavette, *Fore-lock*) oder wenn er klein ist, Vorsteckstift (Goupille, *Pin*).

Der Keil hält sich in der Regel nur durch Reibung in den Löchern fest. Deshalb darf sein Verjüngungswinkel nur klein sein. Die trigonometrische Tangente des Winkels, unter welchem die Keilseiten geneigt sind, heisst der Anzug oder die Steigung, welcher entweder einseitig oder zweiseitig ist und für Befestigungskeile zwischen $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{100}$ liegt. — Da der Keil leicht gelöst werden kann, so dient er auch sehr oft dann als Zusammenfügungsmittel, wenn ein öfteres Auseinandernehmen der verbundenen Theile stattfinden soll. In diesem Falle ist der Anzug grösser, etwa $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{24}$, zu machen. — Die Vorsteckssplinte werden sehr zweckmässig aus halbrundem Draht, Splintdraht S. 192 hergestellt, indem man Stücke dieses Drahtes klammerartig zusammenbiegt. Diese Splinte federn in dem Loche auseinander, und sitzen dadurch fest.

Zur Verhinderung des Loslösens werden ebenfalls Keilsicherungen [1]) angewendet.

Dritter Abschnitt.

Arbeiten zur Vollendung, Verschönerung und Konservirung [2]).

Unter richtiger Anwendung und Aufeinanderfolge der im zweiten Abschnitt erörterten Mittel ist man im Stande, eine grosse Anzahl Gegenstände aus Metall und Holz zum Gebrauch vollendet herzustellen.

Eine vielleicht noch grössere Anzahl von, aus denselben Materialien erzeugten Objecten fordert jedoch noch gewisse Arbeiten, welche dieselben zum wirklichen Gebrauch erst fertig machen.

Die Metalle und ihre Legirungen werden im Laufe ihrer Verarbeitung oft mehrfach erwärmt und daher in einem Zustande den Einflüssen des Sauerstoffes der Luft und des Wassers, sowie schwefeligen und dergl. Ausdünstungen ausgesetzt, dass sie sich begierig mit einer Schichte Oxyd, Schwefelmetall u. s. w. überziehen, welche das schöne Ansehen in der Regel wesentlich beeinträchtigt und daher entfernt werden muss, wenn die Naturfarbe des Metalls zu Geltung kommen und das Aussehen des Gegenstandes durch Erzeugung eines gewissen Glanzes noch besonders gehoben werden soll. —

---

1) Reuleaux, Constr., 3. Aufl. S. 174. 2) Karmarsch-Hartig, Techn., I. S. 407 u. 774.

Es ergiebt sich aus der Natur des Holzes, dass dieses Material sich zwar während der Verarbeitung nicht im Ansehen verändert, jedoch eine Struktur und eine Weichheit besitzt, die sich zur Herstellung und Erhaltung einer, oft gewünschten, glänzenden Oberfläche durchaus nicht eignet. Um dem Holze daher einen erhöhten Glanz ertheilen zu können, ist es erforderlich, die Oberfläche in einer Weise zu behandeln, dass sie Glanz anzunehmen und zu behalten im Stande ist.

Manche Metalle, Legirungen und Hölzer besitzen eine so unansehnliche Naturfarbe, dass es in vielen Fällen — wo die anderen Eigenschaften die Verwendung derselben erwünscht erscheinen lassen — üblich geworden ist, des schönen Ansehens wegen Gegenstände aus Metall mit anderen Metallen (Gold, Silber etc.) zu überziehen, Gegenstände aus Holz an der Oberfläche zu färben oder auch mit Metall und edleren Hölzern zu bedecken.

Viele Gebrauchsgegenstände sind zum Zwecke der Erhaltung oder einer längeren Dauer, gegen die schädlichen Einflüsse der Luft, der Feuchtigkeit etc. zu schützen, also in einer Weise zuzubereiten, dass entweder die Wirkung der zerstörenden Einflüsse, oder diese selbst abgehalten werden.

In anderen Fällen endlich ist dem Material, damit es zu einer bestimmten Verwendung geeignet wird, erst eine Gebrauchsfähigkeit oder eine erhöhte Gebrauchsfähigkeit zu ertheilen. Das Kupfer z. B. wird, wenn es zu Kochgeschirr etc. benutzt werden soll, wegen seiner sich leicht bildenden, giftigen Salze mit einem Ueberzug von Zinn versehen; aus ähnlichen Gründen das Neusilber mit Silber, das Eisen mit Zinn, Email u. s. w.

Die in Rede stehenden Arbeiten bezwecken daher theils eine Verschönerung, theils eine längere Gebrauchsdauer, theils die Gebrauchsfähigkeit oder endlich eine Erhöhung der Gebrauchsfähigkeit hervorzurufen. — Sie sind mit den im 2. Abschnitt erörterten Mitteln entweder gar nicht, oder nur unvollkommen, d. h. bis zu einem gewissen Grade auszuführen, und ihrer Bestimmung nach ziemlich verschieden, nämlich entweder chemischer oder physikalischer (mechanischer) Natur, denn das Färben der Hölzer z. B. kann nur durch chemische Hilfsmittel stattfinden, während die Beseitigung einer Oxydschichte von der Oberfläche eines Metalles in vielen Fällen ebenso gut durch chemische Auflösungsmittel als durch mechanische Operationen, die Hervorbringung eines hohen Glanzes wieder nur durch mechanische Einwirkungen erreicht werden kann.

Im Allgemeinen lassen sich diese Arbeiten daher eintheilen in solche, welche dazu dienen:

1. die Oberflächen durch chemische Mittel zu reinigen und mit bestimmten Farben zu versehen (Beizen, Färben);
2. die Oberflächen durch mechanische Mittel mit Glanz auszustatten (Poliren);
3. die Oberflächen ganz oder zum Theil mit verschiedenen Substanzen, entweder zur Verschönerung allein, oder auch zur Konservirung (Anstreichen, Bemalen, Firnissen, Lackiren, Vergolden, Verzinnen etc.) zu überziehen, oder durch Zeichnungen etc. zu verzieren;
4. die Oberfläche gegen die Aufnahme zerstörender Agentien zu schützen (Erhaltungsarbeiten).

I. **Beizen** [1]**, Färben.**

Da sich das während der Bearbeitung auf der Oberfläche der Metallgegenstände gebildete Oxyd fast ohne Ausnahme leicht in Säuren auflöst, so werden

1) Technisches Lexicon: Abbeizen, Bd. 1 S. 1.

solche oxydirte Gegenstände auf die einfachste Weise durch Behandeln mit Säure von dem Oxyd befreit; eine Operation, welche das Beizen (Abbeizen, Décapage, Dérochage, *Pickling, Dippling*) oder, weil die Metallfläche blank aus derselben hervorgeht, Blankbeizen genannt wird.

Wenn zwar jede das Oxyd lösende Säure zum Beizen gebraucht werden kann, so nimmt man doch in der Regel dazu Mineralsäuren und unter diesen wieder am häufigsten und überall da wo es geht Schwefelsäure, weil Salzsäure und Salpetersäure unangenehme Dämpfe verbreiten. — Je nach Umständen wird die Schwefelsäure mit mehr oder weniger Wasser verdünnt und oft in verschiedenen Konzentrationen nach einander angewendet. Eine Mischung von 1 Th. Schwefelsäure mit 10 bis 100 Th. Wasser bildet das gewöhnliche Beizmittel.

Die abzubeizenden Gegenstände werden entweder in die Beizflüssigkeit gelegt und so lange darin liegen gelassen, bis die Oberfläche blank erscheint, sodann heraus genommen und möglichst schnell mit viel, am besten warmem Wasser abgespült und mit Sägespänen etc. abgetrocknet. Oder sie werden in die Beize nur einen Augenblick eingetaucht und sodann abgespült und getrocknet. Die erste Methode wird stets mit Beizflüssigkeiten von grosser Verdünnung ausgeführt, in welchen die Gegenstände geraume Zeit, oft mehrere Stunden liegen können, ohne dass sie mehr als nöthig angegriffen werden. Bei der zweiten Methode beabsichtigt man eine kurze aber starke Einwirkung, so dass die ganze Operation sehr schnell von Statten geht (Schnellbeize). Hier müssen daher konzentrirte Beizen zur Anwendung kommen. — In manchen Fällen werden beide Methoden hintereinander angewendet: erst die schwache Beize als Vorbeize, und dann die starke Beize als Schnellbeize (Gemischte Beize).

Die Thatsache, dass die einzelnen Metalle auch in Legirungen ihre eigenthümliche Verwandschaft zum Sauerstoff und zu anderen Elementen behalten, also von Säuren und Salzlösungen in verschiedenem Grade aufgelöst und ausgeschieden werden, liegt der Operation zu Grunde, mittelst welcher die Oberfläche solcher Gegenstände, die aus Legirungen hergestellt sind, in der Farbe eine Aenderung erfährt, und die man allgemein Färben nennen kann. Sehr oft ist das Färben nur eine Fortsetzung des Beizens und dann eben die gemischte Beize nothwendig, indem die Vorbeize das Blankmachen und die Schnellbeize das Färben verursacht.

Da die einzelnen Legirungen verschiedene Beizen und Behandlungen erheischen, so mag in Folgendem das Wesentliche über das Verfahren, welches bei den wichtigsten derselben eingeschlagen wird, angeführt werden.

a. Beizen und Färben des Gelbkupfers [1]). Die aus Messing oder Tombak (Rothguss) durch Giessen angefertigten Gegenstände kommen mit einer bunt angelaufenen Oberfläche aus der Form, während die aus Draht, Blech u. s. w. hergestellten Arbeiten durch das Weichmachen, Löthen etc. sich mit einer braunen Kruste bedecken. Zur Entfernung dieser aus Oxyd gebildeten Haut wendet man gewöhnlich die schwache Beize aus 1 Th. Schwefelsäure mit 10 bis 20 Th. Wasser an. Schon hierbei wird mehr Zink aus der Legirung aufgelöst als Kupfer, so dass eine kupferreichere Legirung mit dunkler Farbe an der Oberfläche zurückbleibt. — Soll beim Messing die helle Naturfarbe entstehen, so ist es zweckmässiger, verdünnte Salpetersäure (1 Th. Säure auf 10 Th. Wasser) anzuwenden.

---

1) C. Bischoff, das Kupfer nnd seine Legirungen, Berlin 1865. S. 186. — Polyt. Centr., 1859. S. 673. — Dingler's Journ., Bd. 138. S. 316; Bd. 139. S. 213; Bd. 154. S. 145; Bd. 166. S. 226. — Wagner's Jahresbericht, 1858. S. 76.

Liegt aber die Aufgabe vor, das Gelbkupfer zu färben, so kommt eine Schnellbeize in Anwendung, zu welcher je nach der gewünschten Farbe verschiedene Flüssigkeiten genommen werden. — Zum Gelbbeizen (Gelbbrennen, Abbrennen, Décaper, Dérocher, *Pickling*, *Dipping*), durch welches eine hochgelbe Farbe erzielt werden soll, benutzt man starke Salpetersäure (von 1,324 spez. Gew.), der man noch oft durch Zusatz von konzentrirter Schwefelsäure (2 Th. Salpetersäure, 1 Th. Schwefelsäure) eine grössere Stärke gibt. Da die Schwefelsäure auf einen rothen Ton wirkt, so erzeugt die eben genannte Mischung eine goldgelbe, die Salpetersäure allein aber eine ins Grüne stechende Farbe. — Ein mitunter gegebener Zusatz von Kochsalz veranlasst die Bildung von Königswasser, welches insofern von günstigem Einfluss sein kann, als es das durch Salpetersäure gebildete, ungelöste, die Oberfläche verunreinigende Zinnoxyd (von dem fast immer dem Messing in kleinen Mengen beigemengten Zinn, S. 24, herrührend) auflöst. — Ein Zusatz organischer Substanzen (Russ, Schnupftabak oder Holzpulver), welche die Bildung von salpetriger Säure befördern, macht die Farbe besonders lebhaft. — Durch eine gewisse Nachbeize ist man im Stande, den blank gebeizten oder gelbgebrannten Gelbkupfergegenständen ein angenehmes mattes Aussehen zu verleihen. (Mattiren, Mattbeizen). Die Mattbeize erhält man durch Auflösen von 1 Th. Zink in 3 Th. Salpetersäure von 1,324 spez. Gew. und Zusatz einer Mischung von 8 Th. Salpetersäure und 8 Th. Schwefelsäure. In einer Porzellanschale wird dieselbe zum Sieden gebracht, und dann der Gegenstand so lange (etwa $^1/_2$ Minute und mehr) darin gelegt, bis die stürmische Entwicklung von salpetriger Säure aufhört und die Oberfläche gleichmässig erscheint. Durch Veränderung des Verhältnisses zwischen der Zinklösung und der Säuremischung wird die Stärke der Beize geregelt. — Der sich beim Mattbeizen gewöhnlich bildende unansehnliche, dunkelgraugelbe Ueberzug wird endlich durch kurzes Eintauchen in die oben angegebene Gelbbeize entfernt. — Das Abspülen und das Trocknen der gebeizten Objekte geschieht wie oben angegeben wurde. — Zum Abbeizen der dünnnen Oxydhaut vom Messing kann man sich auch einer Chlorzinklösung bedienen. Wenn man die gebeizten Messinggegenstände so schwach glüht, dass sie eine schwärzlich braune Farbe annehmen und sodann in Chlorzinklösung ablöscht und darin kocht, während man zugleich die Rückseite mit einem Zinkstäbchen berührt, bekommen sie einen rosenrothen Kupferüberzug [1]).

b. Weisssieden des Silbers [2]). Das Silber wird seiner Weichheit wegen selten rein, sondern gewöhnlich mit Kupfer legirt verarbeitet. Das Kupfer beeinträchtigt aber nicht nur die schöne weisse Farbe des Silbers an sich, sondern verunschönt die Silberarbeiten namentlich dadurch, dass es sie in Folge des Glühens mit einer schwarzbraunen Oxydschicht überzieht. Zur Herstellung der rein weissen Silberfarbe, wie sie an neuen Silbergeräthen, Münzen, Medaillen, Knöpfen etc. zu erkennen ist, wird durch eine Beize das Kupfer von der Oberfläche weggebeizt, so dass eine dünne Schicht reinen Silbers zurückbleibt, nach deren Abnutzung allerdings die Naturfarbe der Legirung wieder zum Vorschein kommt. Die hierzu gebräuchliche Operation, welche das Sieden (Weiss-Sieden, Blanchir, Blanchiment, *Blanching*) heisst, ist mit einer Flüssigkeit (Sud) auszuführen, welche das Kupfer auflöst, aber auf das Silber ohne Einwirkung bleibt. Da stark verdünnte Schwefelsäure diese Eigenschaft besitzt, so wird sie (besonders in den Münzwerkstätten)

---

1) Dingler's Journ., Bd. 139. S. 213. 2) v. Kulmer, die Kunst des Goldarbeiters. Weimar. S. 217. — Karmarsch-Hartig, S. 411 u. 559.

in einer Verdünnung von 8 Th. Schwefelsäure mit 100 Th. Wasser oft angewendet. Ausserdem ist eine Beize in Gebrauch, welche aus 2 Th. Kochsalz, 11 Th. Weinstein und 32 bis 48 Th. Wasser besteht. Diese Sude sind am wirksamsten, wenn sie zum Sieden erwärmt in Anwendung kommen. Auch eignet sich das sauere schwefelsaure Kali in Wasser gelöst sehr gut als Beize, und empfiehlt sich in manchen Fällen desshalb, weil die Auflösung nicht erwärmt zu werden braucht.

Die Silbergegenstände werden, wenn es sonst ihre Beschaffenheit erlaubt, d. h. wenn sie beim Gebrauch der Elastizität entbehren können, vor dem Sieden geglüht, theils um das anklebende Oel etc. zu verbrennen, theils um das Kupfer zu oxydiren. Nach dem Glühen bringt man sie sogleich in die Beize und lässt sie darin je nach der Legirung verschieden lange Zeit. Silberreichere Legirungen brauchen nur 8 bis 15 Minuten, silberarme aber wohl 1 bis 2 Stunden, um gehörig weiss gesotten zu werden. Sehr zweckmässig ist es, das Sieden zwei bis dreimal nach einander auszuführen, weil dann die Farbe am schönsten wird, namentlich wenn der letzte Sud nur aus Weinstein und Wasser besteht. — Sollen die Silberarbeiten ein mattes Aussehen bekommen, so müssen sie vor dem zweiten Sieden mit einem Brei aus Pottasche oder Weinstein und Wasser bestrichen, damit geglüht und in Wasser abgelöscht werden.

c. Sieden und Färben des Goldes[1]). Das Gold wird ebenfalls seiner Weichheit wegen fast nur legirt (karatirt) verarbeitet und zwar mit Kupfer allein (Rothe Karatirung) oder mit Silber allein (Weisse Karatirung) oder mit Kupfer und Silber (Gemischte Karatirung). Desshalb müssen die Goldarbeiten, namentlich die der rothen und gemischten Karatirung gebeizt werden, damit die schwarzbraune Kupferoxydschicht, die beim Glühen entsteht, entfernt wird, und damit die charakteristische Goldfarbe zum Vorschein kommt.

Handelt es sich nur um das Abbeizen des Kupferoxyds, so stimmt das Verfahren mit dem Sieden des Silbers in verdünnter Schwefelsäure überein, (nur dass man auch statt Schwefelsäure Salpetersäure nimmt, in welcher sich ja Gold nicht löst) und wird auch Sieden genannt.

Soll dahingegen das Gold mit seiner hochgelben Farbe, also in seiner Reinheit erscheinen, so muss an der Oberfläche der Gegenstände das Kupfer und Silber entfernt und eine reine Goldschicht gebildet werden (Färben, Mise en couleur, *Colouring*). Gewöhnlich wird dieser Prozess jedoch so geleitet, das sich auch das Gold in geringem Masse auflöst, aber sodann wieder auf die Oberfläche niederschlägt. Die anzuwendende Beize (Goldfarbe, Farbe, Couleur, C. à bijou, *Colour, Gold-colour*) muss demnach diesem Zwecke entsprechend zusammengesetzt sein. Am gebräuchlichsten ist die Zusammensetzung aus 1 Th. Kochsalz, 2 Th. Salpeter und $1^1/_2$ Th. rauchende Salzsäure von 1,165 spez. Gew. Das abgeknisterte Kochsalz wird zunächst mit dem Salpeter und wenig Wasser zusammen gekocht und zur Trockne verdampft, darauf die Salzsäure zugesetzt und dann die Mischung bis zur deutlichen Chlorentwicklung gekocht, weil von dem Vorhandensein des Chlors die Lösung der Metalle, besonders des Goldes, abhängt. Die vorher gesottenen Goldarbeiten werden dann an einem Platindraht hängend in die siedende Farbe gebracht und so lange darin bewegt, bis der gewünschte Ton eingetreten ist, wozu gewöhnlich 5 bis 6 Minuten erforderlich sind. Hiernach findet dann schnell das übliche Abwaschen, zuerst in kochendem, darauf in kaltem Wasser Statt.

---

1) v. Kulmer, Goldarbeiter. S. 215.

d. Beizen und Färben des Holzes [1]). Es ist bereits S. 40 hervorgehoben, dass die Hölzer der gemässigten Zone, also besonders die europäischen Hölzer, der grössten Zahl nach wenig ausgeprägte Farben besitzen, während diejenigen der Tropen sich durch intensive Farben und schöne Zeichnungen hervorthun. Andererseits lassen sich die europäischen Hölzer wegen ihrer grösseren Weichheit leichter bearbeiten, und wegen ihrer Leichtigkeit zu manchen Zwecken gebrauchen, wozu die schweren Hölzer unanwendbar sind. Ausserdem sind die ersteren leicht und billig zu beschaffen, während die letzteren hoch im Preise stehen, namentlich wenn ihre Zeichnungen von besonderer Schönheit sind. Um nun den aus leichtem gewöhnlichem Holze angefertigten Arbeiten das Ansehen der edlen Hölzer zu geben, können zwei Wege eingeschlagen werden: entweder überzieht man sie mit dünnen Platten (Furnüre) edler Hölzer (Furniren S. 405), oder man tränkt sie mit farbegebenden Mitteln. Die letzte Methode, welche das Beizen oder Färben des Holzes (Teindre, Teinture, *Staining*) umfasst, liefert nicht nur das sogenannte imitirte Holz oder die Holzimitationen, wenn sie gewisse Zeichnungen hervorbringt, sondern auch die einfach gefärbten Hölzer.

Das Färben des Holzes wird entweder bewirkt durch eine wässerige Brühe aus Farbstoffen, mit welcher das Material getränkt wird und die nach dem Verdunsten des Wassers die Farbstoffe in den Poren des Holzes zurücklässt, oder durch Einwirkung ätzender Flüssigkeiten auf die Holzsubstanz oder endlich durch einen wirklichen Färbeprozess.

Die Farbstoffbrühen bestehen aus Abkochungen von Abfällen edler Hölzer (Mahagoni) und von Farbhölzern (Fernambukholz, Blauholz, Gelbholz, Arkannawurzeln, Kurkuma etc.), oder es sind Auflösungen von Farbstoffen oder Pigmenten (Karmin, Krapp, Indigo, Fuchsin, Nigrosin und anderen Anilinfaben etc.), die in verschiedenen dem jedesmaligen Fall angepassten Konzentrationen mittelst eines Pinsels oder eines Schwammes aufgetragen werden.

Als Beizmittel ist hier nur eins als das gebräuchlichste anzuführen, nämlich die Salpetersäure, welche auf Holz aufgetragen, dasselbe mehr oder weniger gelb und braun beizt, indem sie dem Holzstoff Sauerstoff zuführt.

Da das Holz als Zellulose identisch ist mit der Baumwolle, der Leinenfaser u. s. w., so muss es sich auch nach den Regeln der Färberei, welche für diese Stoffe gültig sind, färben lassen, und zwar mit grösserer Sicherheit und besserem Erfolg als nach der jetzt allgemein gebräuchlichen Art, die darin besteht, bestimmte, nach oft seltsam zusammengesetzten Rezepten angefertigte Farbebrühen auf das Holz zu bringen. Man müsste die Holzfaser zunächst, wie die Baumwolle oder den Flachs etc. für die Aufnahme von Farben geschickt machen durch Beseitigung der harzigen und gummösen Stoffe, welche die Holzfaser umhüllen, vermittelst einer Art Vorbeize, die aus dünnen alkalischen Laugen oder Seifenwasser zu bestehen hat. Darauf wäre dann eine Präparation nothwendig, welche nach den verschiedenen Farbesubstanzen sich richtend, den Fasern einen bestimmten Farbenhunger gäbe, der endlich durch eine der angenommenen sieben Hauptarten der Farbenfixirung gestillt werden könnte. — Das in manchen Fällen nach diesen Andeutungen eingeschlagene Verfahren bestätigt die Beachtung derselben, da auf diesem Wege ausgezeichnete Resultate vorliegen. So wird z. B. Eichenholz sehr schön schwarz gefärbt, wenn man es einige Tage

---

1) Karmarsch-Hartig, S. 777. — Schmidt, Beizen, Schleifen und Poliren des Holzes, 5. Aufl. Weimar 1870. — Bayr. Ind.- u. Gew.-Blatt, 1869. S. 366.

in eine Alaunlösung legt und dann abwechselnd mit einer Blauholzabkochung und einer Auflösung von Grünspan in Essig behandelt. In diesem Falle bezweckt die Aufnahme eines Thonerdesalzes nichts weiter als die Hervorbringung einer Molekularverbindung der Thonerde mit der Faser, wodurch die Aufnahmebegierde für die Farbe vergrössert wird. Da es jedoch vorläufig noch an bestimmten Vorschriften dieser Art fehlt, so können auch hier nur noch Farberezepte mitgetheilt werden. In Folgendem ist deshalb eine kleine Zusammenstellung bewährter Vorschriften angefügt.

1. Schwarz (Ebenholzimitation)[1]). a. Man tränkt das Holz mit einer dünnen Abkochung von Galläpfeln oder Schmack (Sumachblätter), lässt trocknen und behandelt dann dasselbe mit in Wasser oder Spiritus löslichem Nigrosin (Anilin-Schwarz), wodurch eine tiefschwarze Färbung entsteht. — b. Man löst 8 Th. Blauholzextract in 512 Th. Wasser und fügt 1 Th. gelbes chromsaures Kali zu. Die dadurch entstandene schwarze Beize ist zum Gebrauch fertig. — c. Blauholz wird mit Wasser gekocht, dem etwas Alaun zugesetzt ist, und die abgegossene Brühe heiss auf das Holz aufgetragen. Nach dem Trocknen erzeugt eine aufgewischte Auflösung von essigsaurem Eisen, oder Eisenchlorid oder chromsaurem Kali die schwarze Farbe. — d. Man kocht unter Ersatz des verdampften Wassers 8 Th. Blauholz mit 288 Th. Wasser eine Stunde lang und dann noch eine Stunde unter Zusatz von 32 Th. Galläpfeln. Hierauf setzt man der durchgeseihten Flüssigkeit 8 Th. entwässerten Eisenvitriol und 1 Th. Grünspan zu. Diese Flüssigkeit wird heiss aufgetragen; oder kleine Holzstücke werden darin längere Zeit liegen gelassen.

2. Braun[2]) (Nussbaum- und Mahagoni-Imitationen). a. Eine starke Abkochung von Wallnussschalen in Wasser mit etwas Orlean und Pottasche (um einen röthlichen Ton hervorzubringen) giebt aufgestrichen ein hübsches Braun. — b. Desgleichen eine Auflösung von übermangansaurem Kali. — c. Wenn man das Holz mit Kupfervitriol tränkt und dann mit einer durch Schwefelsäure angesäuerten Lösung von Blutlaugensalz überstreicht, so wird es rothbraun. — d. Man bestreicht das Holz mit einer Abkochung von Katechu in sodahaltigem Wasser und nachher mit doppeltchromsaurem Kali ebenfalls in Wasser gelöst. — e. Durch Bestreichen mit Salpetersäure lassen sich verschiedene Töne von Braun erzeugen. — f. Ein Rezept zur Erzeugung von Mahagoni-Imitationen auf hellem Nussholz ist Folgendes. Man beizt das Holz mit Salpetersäure vor, lässt trocknen und tränkt dasselbe dann mit einer Lösung von 3 Th. Drachenblut und 1 Th. Soda in 64 Th. Spiritus, welche mittelst eines Pinsels so oft aufgetragen wird, bis die gewünschte Farbe entstanden ist. — g. Eine Abkochung von Mahagoni-Spänen giebt hellem Holze eine Mahagoni-Farbe.

3. Roth. Diese Farbe wird am schönsten erzeugt durch Lösungen von Anilinroth, Karmin (oder statt dessen eine Abkochung von 1 Th. Kochenille in 160 Th. Wasser mit 4 Th. Weinstein), Krapp-Absud (5 Th. Krappwurzel werden mit 48 Th. Wasser in einem Gefässe digerirt das in kochendem Wasser steht). Auch giebt eine Abkochung von 8 Th. Fernambukholz mit 1 Th. Alaun eine schöne rothe Farbe, wenn das Holz vorher mit Zinnsalz (Zinnchlorür) vorgebeizt wird. — Nüanzen von Roth kann man am einfachsten durch Nachbeizen erhalten; durch Salmiakgeist wird Karmin oder Kochenille karmoisin; durch Pottasche das Fernambukroth violett.

---

1) Polyt. Centr., 1869. S. 909; 1870. S. 573. — Dingler's Journ., Bd. 193. S. 95; Bd. 196. S. 485; Bd. 215. S. 94. 2) Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 318. — Dingler's Journ., Bd. 214. S. 426.

4. Gelb. Die Farbe wird entweder durch eine Abkochung von Gelbholz oder Querzitronrinde oder Kurkuma auf mit Alaun oder Zinnsalz vorgebeiztem Holz erhalten. — Der Anwendung des Chromgelb, welches als Präzipitationsfarbe erzeugt wird, indem man das Holz zuerst mit einer Lösung von 3 Th. essigsaurem Bleioxyd in 100 Th. Wasser tränkt und dann mit einer Auflösung von 1 Th. doppelt chromsaurem in 100 Th. Wasser behandelt — mag wohl die Giftigkeit dieser Farbe entgegenstehen, obwohl sie nicht nur sehr dauerhaft, sondern auch durch Zusatz von Säure (Essig) oder Alkali (Pottasche) beliebig vom Kanariengelb bis Roth nüanzirt werden kann.

5. Blau. Das Blau wird in grosser Schönheit durch Indigo-Lösung hervorgebracht, die man sich am besten aus einer Färberei verschafft. — Anilinblau ist nicht haltbar genug. — Wenn man das Holz mit einer dünnen Eisenoxyd- oder Eisenchloridlösung tränkt und darauf mit Blutlaugensalzlösung behandelt, so wird dasselbe durch die Präzipitationsfarbe Berliner-Blau, je nach der Konzentration der Lösungen echt blau gefärbt.

6. Grün. Die Mischfarben überhaupt werden dadurch hervorgebracht, dass man erst eine und dann eine zweite Farbe aufträgt. — Also wird Grün erhalten, wenn man das gelb gebeizte Holz mit einer blauen Farbe überstreicht oder umgekehrt.

Zum Gelingen einer guten Färbung ist vor Allem erforderlich, dass das Holz vollständig trocken und wo möglich warm ist, weil nur in diesem Zustande die Holzporen so geöffnet sind, dass die Farbeflüssigkeiten gut eindringen können. Um ein flammiges Ansehen hervorzubringen werden wohl einzelne Partien des Holzes vor dem Färben rauh gemacht, indem man sie mit einer halbscharfen Ziehklinge quer gegen die Fasern abzieht, weil die aufgekratzten Stellen mehr Farbe aufnehmen.

Es ist ferner die Auswahl des Holzes für bestimmte Imitationen wichtig, da einzelne Holzarten sich schlecht dazu eignen, andere aber gute Resultate geben. Als Regel muss gelten, dass man solche Holzarten wählt, die schon in ihrer natürlichen Beschaffenheit den Hölzern, die nachgebildet werden sollen, möglichst nahe stehen. — Darum ist zur Nachahmung von Ebenholz das Birnbaum-, Apfelbaum- und Lindenholz, sowie wenn auch weniger, das Ahornholz besonders zu empfehlen. — Zu Mahagoni ist das helle Nussbaumholz und das Holz der alten Ulmen vorzüglich geeignet, weil diese Hölzer ein geflecktes und flammiges Ansehen haben. — Im Uebrigen muss den Arbeiter zur Hervorbringung bestimmter Farben und Schattirungen Geschicklichkeit und Erfahrung leiten.

II. Von den Mitteln zur Hervorbringung eines Glanzes[1]).

Die Erscheinung des Glanzes rührt her von einem hohen Grade der regelmässigen Reflektion des Lichtes (Spiegelung) und steht daher in einer bestimmten Beziehung zu der Oberflächen-Beschaffenheit des reflektirenden (glänzenden) Körpers, indem die Stärke der Reflektion unter gleichen Umständen abhängig ist von der Glätte der Flächen, insofern als sie mit der Glätte zu- und abnimmt. Je geringer demnach die Rauhigkeiten der Flächen sind, je grösser wird ihr Glanz, wesshalb denn die Hervorbringung glänzender Flächen zusammenfällt mit der Beseitigung der Flächen-Rauhigkeiten. — Von grosser Wichtigkeit für die Erzeugung des Glanzes ist die Struktur des Körpers, indem eine grosse und gleichmässige Dichtigkeit zur

---

1) Karmarsch-Hartig, S. 414, 424 u. 781. — Siddon, Prakt. etc. Rathgeber in der Kunst des Schleifens u. Polirens. 4. Aufl. Weimar 1875.

Hervorbringung einer gewissen Glätte erforderlich ist. Aus diesem Grunde erhalten die Metalle leicht einen sehr hohen Glanz, während das poröse, mit höchst unregelmässiger Struktur ausgestattete Holz im natürlichen Zustande nur einen sehr geringen Grad von Glanz annimmt. — Die Dauerhaftigkeit des Glanzes hängt ebenfalls von der Beschaffenheit des Materials ab, so zwar, als seine Härte und seine Fähigkeit, sich an der Luft etc. nicht leicht zu oxydiren, die Erhaltung des Glanzes bedingt. Daher hält sich der Glanz des harten Stahls selbst bei unausgesetztem Gebrauch (Polirwalzen der Goldarbeiter), während der hohe Glanz des Goldes und des Silbers beim Gebrauch (der Münzen z. B.) schnell verschwindet und derjenige des Bleies, Zinks, Zinns etc. schon beim Liegenlassen an der Luft sich sehr bald verliert, während er bei Luftabschluss eine ausserordentlich lange Dauer hat, wie unter Anderem der Zinnbelag der Spiegel zeigt.

Die Rauhigkeit einer Oberfläche kann auf zweierlei Weise entfernt werden: Entweder 1. dadurch, dass sämmtliche Erhöhungen bis auf den Grund der Vertiefungen weggenommen oder 2. dadurch, dass die Vertiefungen vollständig und bis zur Spitze der Erhöhungen ausgefüllt werden. In letzterem Falle endlich sind noch zwei Wege einzuschlagen, jenachdem man nämlich die Ausfüllung mit derselben Substanz durch Eindrücken der Erhöhungen in die Vertiefungen, oder mit einer anderen Substanz durch Einbringen dieser in die Vertiefungen bewerkstelligt.

Sonach kann die Erzeugung des Glanzes (Poli, *Polish*), welche allgemein den Namen Poliren (Polir, *Polish*) führt, stattfinden durch ein fortgesetztes Schleifen, durch Niederdrücken der erhabenen Theilchen, vermittelst harter Körper (Stahl, daher Polirstähle; Stein, daher Polirsteine) und durch Ausfüllen der Vertiefungen mittelst besonderer Substanzen, welche auch Politur genannt werden.

A. Poliren durch Schleifen (Glanzschleifen, Polir, Polissage, *Polishing*).

Diese Methode des Glanzgebens findet nur auf Metall Anwendung. Dass durch das Schleifen auf Schleifsteinen, das Feilen, das Schaben u. s. w. die Oberfläche von Metallgegenständen bereits eine grosse Glätte erhalten kann, wenn das Korn des Steines, der Hieb der Feile etc. nur gehörig fein ist, ergiebt sich zur Genüge aus der Betrachtung S. 352, 358 etc. Darum geht dann nicht nur dem eigentlichen Glanzschleifen in der Regel das Schleifen auf Steinen und mit anderen Hülfsmitteln oder das Befeilen, Abschaben etc. voran, sondern es dienen diese Arbeiten sogar in vielen Fällen als Vollendungsarbeiten und fallen daher hier mit den Vorarbeiten zum Poliren zusammen.

Zunächst verdient hier erwähnt zu werden, dass man in vielen Fällen statt der kompakten Steinmassen zweckmässiger pulverförmige Substanzen, gewöhnlich steiniger Natur, zum Schleifen verwendet, weil die Steine oft zu plump, zu schwer, und zum Abschleifen unregelmässiger Flächen ungeeignet und nicht in beliebigen Feinheitsabstufungen zu erhalten sind. Zu Schleifpulvern sind natürlich nur verhältnissmässig harte Körper zu gebrauchen, welche durch Zerstampfen, Pulverisiren auf Mühlen, Absieben und Abschlämmen in die gewünschte Feinheit übergeführt werden. Die gebräuchlichsten Materialien sind folgende:

1. Schmirgel (Schmergel, Smirgel, Emeri, *Emery*). — Der Schmirgel ist ein wesentlich aus reiner Thonerde bestehendes Mineral, eine Korund-Varietät, von sehr grosser Härte (nach der mineralogischen Härteskale gehört er der 9. Härteklasse an und steht daher unmittelbar unter der Härte des Diamants). Das namentlich auf den griechischen Inseln

Naxos und Ikaria (Naxos-Schmirgel, levantischer, venetianischer, echter Schmirgel), sodann in Kleinasien bei Ephesus, ferner in Ostindien, Spanien und dem sächsischen Erzgebirge gefunden wird. Die Farbe des Schmirgels nüanzirt zwischen blaugrau und blau; fein gepulverter Schmirgel ist braungrau. Der blaue Schmirgel ist der beste, weil er der reinste ist. Zum Zwecke der Verwendung wird der in Stücken bis zu 50 Kg. Gewicht vorkommende Schmirgel in Pochwerken zerstampft, dann zwischen Walzen oder in einem Kollergange verfeinert, darauf gesiebt und geschlämmt, so dass er in mehreren gewöhnlich 7 mitunter 20 Feinheitsnummern gewonnen wird. Seiner grossen Härte wegen ist der Schmirgel besonders zum Schleifen der härtesten Metalle von den harten Kupferlegirungen bis zum glasharten Stahl geeignet.

Der hohe Preis des Schmirgels ist Veranlassung gewesen, Surrogate einzuführen, welche oft auch den Namen Schmirgel tragen, unter Umständen sehr brauchbar sind, aber dem wirklichen Schmirgel an Güte bedeutend nachstehen. So findet man oft unter obigem Namen nur ein gepulvertes Gemenge von Granaten, Quarz und Eisenglanz; oder den sog. Granatsand, Zirkonsand und selbst Eisenschlacke.

2. Bimsstein (Ponce, Pierre-ponce, *Pumice-stone*). Der Bimsstein ist eine blasige, löcherige, schwammartige, scharf anzufühlende Masse, oft von faseriger Textur, sehr spröde und zerrieben ein scharfes Pulver gebend. Mineralogisch kann er als schaumig aufgetriebener Obsidian angesehen werden, der in Lavaströmen und als vulkanische Auswürflinge, namentlich auf den Liparischen Inseln, auch am Rhein, sodann auf den Inseln Island, Tenneriffa u. s. w. vorkommt. Seine Farbe ist hellgrau, selten bläulich, grünlich oder röthlichbraun. Seine Härte ist so gross, dass er sehr gut zum Schleifen der Metalle, besonders aber des Holzes verwendet werden kann. Entweder wird er in grösseren Stücken oder als Pulver gebraucht. In ersterem Falle werden die oft kopfgrossen Stücke vermittelst der Säge in kleinere Stücke zerschnitten, (auch mit der Raspel profilirt), wo dann die Schnittfläche zugleich Schleiffläche ist. Im zweiten Falle wird der Bimsstein pulverisirt und durch Schlämmen in verschiedenen Feinheiten erhalten. Beim Schleifen mit Bimsstein (Bimsen, Ponçage) auf Metall wird derselbe gewöhnlich mit Wasser, auf Holz mit Oel und nur wenn das Holz hell von Farbe ist, auch mit Wasser angefeuchtet. Unter künstlichem Bimsstein wird die S. 360 4. angegebene hart gebrannte Masse verstanden.

Aus dem Mineralreiche kommen ferner ausser den bereits S. 358 etc. genannten Schleifsteinen und ihren Pulvern noch zur Anwendung:

3. Feuerstein,
4. Sand, — und die künstlichen Erzeugnisse:
5. Hammerschlag S. 189,
6. Glas,

und zwar nur in pulverförmigem Zustande.

Einige aus dem Thierreiche und dem Pflanzenreiche stammende Schleifmittel mögen noch erwähnt werden, wenngleich sie eine untergeordnete Rolle spielen, da sie selten auf Metall, öfters dahingegen auf Holz Anwendung finden.

7. Fischhaut, die rauhe Haut des Haifisches.

8. Sepia (Blackfischbein, Os de seiche, O. d. sèche, *Cuttle bone*) S. 126, namentlich zum Gebrauch auf hellem Holz.

9. Schachtelhalm (Prêle, Queue de cheval, *Horse tail*, *Dutch rush*), die getrockneten Stengeln der gleichnamigen Pflanze (Equisetum palustre und E. hyemale), deren Epidermis wegen des Reichthums an Kieselerde

sehr hart ist und daher namentlich auf Holz, übrigens auch auf weichen Metallen (Zinn, daher Zinnkraut) gebraucht wird.

10. Schleifkohle. Da die Kohle der Hölzer mit feinem Gefüge (schwarzer Hollunder, Linde) auf Kupfer, Messing, Silber, Argentan und Metallen ähnlicher Härte einen feinen Schliff erzeugt. so findet sie mitunter zum Schleifen dieser Metalle Verwendung.

Mit den eben genannten Schleifmaterialien lassen sich die Metalle wohl bis zu einem sehr hohen Grade glätten, allein doch nicht bis zu dem Grade, der zur Erzeugung eines tiefen Glanzes erforderlich ist, weil sie selbst im feinsten Zustande noch zusammenhängende Ritzen hinterlassen. Zur Herstellung der höchsten Politur müssen daher noch andere Mittel (eigentliche Polirmittel) in Anwendung kommen, welche höchst fein sind und nur sehr zart angreifen, daher auch ausschliesslich in Pulverform (Polirpulver) gebraucht werden.

Die wichtigsten derselben sind:

1. Kalk. Der gebrannte, ungelöschte Kalk liefert eine vorzügliche Politur, wenn er frei von Kohlensäure und Wasser, also nicht an der Luft zerfallen und möglichst rein von fremden Beimengungen ist. Er muss dies durch ein weisses, gleichmässiges Ansehen zu erkennen geben. Die vorzüglichste Sorte ist der Wiener Kalk in Stücken. Aus einem Dolomit wird ein Polirkalk gewonnen, indem man denselben brennt, darauf löscht und dann mehrere Stunden glüht, wonach er sich nicht mehr in Wasser erhitzt (Wiener Kalk in Pulver). Um die guten Eigenschaften des Polirkalkes zu konserviren, muss man denselben in hermetisch verschlossenen Büchsen, Gläsern etc. aufbewahren. Beim Gebrauch wird er entweder mit Oel oder Oelsäure (auf Messing), mit Branntwein oder Wasser (auf Stahl und Eisen) getränkt.

2. Eisenoxyd. Sowohl das natürliche, als das künstlich bereitete Eisenoxyd ist eins der vorzüglichsten Polirpulver (Polirroth, Englisch Roth, Pariser Roth, Krokus, Rouge, R. à polir, R. d'Angleterre, *Jeweller's red, Rouge, Crocus).* Das natürliche Eisenoxyd (das Hämatit mit seinen Abänderungen Eisenglanz und Rotheisenstein) liefert aufs feinste gemahlen und geschlämmt, zwar ein recht brauchbares Polirroth, ebenso das bei der Nordhäuser Schwefelsäure-Fabrikation zurückbleibende, unter dem Namen Kolkothar oder Todtenkopf bekannte, allein für die feinen Arbeiten aus Stahl, Gold u. s. w. muss dasselbe künstlich hergestellt werden, wozu folgende Vorschriften genügen mögen. a. Man löst 17 Th. Soda in 68 Th. Wasser und erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden. Sodann fügt man nach und nach 10 Th. Eisenvitriol (krystallisirtes schwefelsaures Eisenoxydul) hinzu und lässt damit noch eine Zeit lang sieden. Nach dem Erkalten findet man am Boden des Gefässes eine grünlich-weisse Masse von kohlensaurem Eisenoxydul, welche durch Abgiessen von der Flüssigkeit befreit, sodann gut ausgewaschen und endlich durch schwaches Glühen in einem Tiegel in rothes Eisenoxyd verwandelt wird. — b. Wenn man eine siedend heisse Lösung von Eisenvitriol mit Kleesalz oder besser Oxalsäure ausfällt und das Präzipitat bis etwa 200 Grad C. erhitzt, so erhält man ein besonders gerühmtes, höchst zartes Polirroth. — c. Gleiche Theile Eisenvitriol und Kochsalz werden in einem Tiegel einige Zeit der Rothglühhitze ausgesetzt, und nachher die Masse mit kochendem Wasser ausgezogen. Man erhält hierbei das Eisenoxyd in metallglänzenden Schüppchen, welche sich in dem Wasser absetzen. — Das durch Glühen entstandene Polirroth hat je nach der angewendeten Glühhitze eine rothe, braune oder bläulich rothe Farbe, und auch verschiedene Härte, indem

das braune und violette am härtesten und daher besonders auf Stahl (Stahl-Rouge), das rothe weniger hart und daher namentlich auf Gold und Silber (Gold-Rouge) anwendbar ist. — Zwischen der Wirkung des Polirkalkes und des Polirrothes besteht noch der bemerkenswerthe Unterschied, dass der Kalk auf Stahl, Messing etc. eine helle, das Roth aber eine tief dunkle Politur erzeugt, was vermuthlich davon herrührt, dass kleine Theilchen dieser Polirmittel sich in den Metallporen festsetzen.

3. Tripel (Tripoli, *Tripoli).* Der echte Tripel, welcher meist aus Kieselpanzern von Infusorien besteht, und im Flötzgebirge und Diluvium vorkommt (in Tripolis, England, Sachsen), ist von gräulich weisser, oder gelblicher Farbe und etwas rauh anzufühlen. Wegen seiner geringen Härte (Gypshärte) ist er namentlich zum Poliren der weicheren Metalle (Gold, Silber, Kupfer, Messing, Britannia-Metall) recht geeignet, wozu er anfangs mit Oel, später trocken gebraucht wird.

4. Englische Erde (Terre pourrie, *Rotten stone)* ist eine vorzüglich in England vorkommende Varietät des Tripels, die in der Güte über den eigentlichen Tripel gestellt wird.

5. Zinnasche (Zinnoxyd hergestellt durch Glühen von oxalsaurem Zinnoxydul, welches durch Fällen von 2 Th. Zinnsalz in 12 Th. Wasser mit 1 Th. Oxalsäure in 6 Th. Wasser gelöst erhalten wird[1]).

6. Kreide (Schlämmkreide).

7. Graphit.

8. Kienruss.

9. Gebrannte Knochen (Knochenasche, Beinasche).

10. Diamantin (geglühte Thonerde).

11. Bor. Da das Bor Diamanthärte besitzt, so ist es zum Poliren von gehärtetem Stahl vorgeschlagen, wozu es jedoch in das feinste Pulver verwandelt werden muss.

Die Operation des Schleifens und Polirens ist einigermassen verschieden, je nachdem die Schleifmittel in Stücken oder in Pulver zur Verwendung kommen sollen. Bezüglich des ersten Falles genügt es, auf das S. 358 etc. Gesagte zu verweisen.

Bei dem Gebrauch der pulverförmigen Schleif- und Polirmittel ist es in den meisten Fällen erforderlich, das Pulver mit Hilfe besonderer Zwischenmittel an die Arbeitsfläche anzudrücken und dann auf derselben hin- und herzubewegen, wobei, zur Vermeidung des Verstaubens und zur Erzeugung eines gewissen Zusammenhanges, das Pulver entweder mit Wasser, Weingeist oder Oel zu einem dünnen Teig angemacht, oder in einer dünnen Schicht auf der Oberfläche des Schleif- oder Polirwerkzeuges befestigt wird. — Diese Zwischenmittel oder Werkzeuge sind zwar sehr mannigfaltig in Grösse und Form, doch im Ganzen sehr einfach. Oftmals ist es nur ein Stück weiches Leder, Filz, Tuch oder Leinwand, welches mit Schleifmaterial versehen, mit der Hand an das Arbeitsstück angedrückt und darauf hin- und hergeführt wird, wenn man es nicht vorzieht, das letztere sich bewegen zu lassen, z. B. auf der Drehbank. Sehr gebräuchlich sind ferner die Schleif- und Polirfeilen oder Hölzer (Polissoir, *Stick)*, welche bei Anwendung von Schmirgel den besonderen Namen Schmirgelfeile, Schmirgelholz (Rodoir, *Emery stick)* führen. Dieselben werden entweder aus Metall oder aus Holz angefertigt. Die ersteren bestehen dann aus glatt geschliffenen Eisen- oder Stahlstäbchen (alte, weich gemachte Feilen eignen sich vorzüglich dazu) oder aus Stäbchen

---

1) Dingler's Journ., Bd. 136. S. 318.

von besonderer Komposition (Kompositionsfeilen) aus 8 Th. Kupfer, 2 Th. Zinn, 1 Th. Blei, 1 Th. Zink oder 8 Th. Zink und 1 Th. Kupfer. Die hölzernen Feilen müssen aus einem möglichst gleichförmigen, weichen Holz (Lindenholz, Weidenholz) gemacht werden, in welches das Pulver sich leicht eindrückt. Sehr oft beklebt man die Hölzer, um eine sehr weiche Unterlage zu erhalten, mit Leder, Tuch oder Holz. Die Gestalt und Grösse dieser Hölzer und Feilen richtet sich selbstverständlich nach dem Arbeitsstück. Mitunter wendet man zwei Feilen zugleich an, wenn das Arbeitsstück an zwei gegenüber liegenden Seiten geschliffen oder polirt werden soll, indem man das z. B. im Schraubstock festgehaltene Arbeitsstück zwischen dieselben bringt und die letzteren, an beiden Enden mit den Händen zusammenfassend, darauf hin- und herzieht. Dieselbe Idee liegt auch der Schleif- oder Polirkluppe, Schmirgelkluppe zu Grunde, welche zum Bearbeiten zylindrischer, durch die Drehbank bewegter Arbeitsstücke dient und, ähnlich der Scharnierkluppe Fig. 345 E. S. 382, aus zwei konkav ausgeschnittenen Backen besteht, die sich an das Arbeitsstück anpressen. — Die Unbiegsamkeit der genannten Metall- und Holzfeilen macht dieselben in manchen Fällen für die in Rede stehenden Arbeiten unbequem oder unbrauchbar. Darum bedient man sich auch oft der Bürsten oder biegsamer Flächen aus Papier oder Kattun, deren eine Oberfläche mit Schleifpulver versehen wird (siehe die Anfertigung später unter Papier) [Schmirgelpapier, Papier à l'émeri, P. d'émeri, P. emerisé, *Emery-paper)*, Schmirgelkattun (Schmirgelleinwand, Toile émery, *Emery-cloth);* Feuersteinpapier, *Flint paper);* Sandpapier (Papier sablé, *Sand-paper);* Glaspapier (Papier verré, *Glass-paper);* Glasleinwand (Toile verré, *Glass-cloth)*; Bimssteinpapier (Papier poncé, *Pumice-stone paper)*].

Da die Herstellung eines guten Schliffes und einer hohen Politur vermittelst der Handarbeit eine höchst mühevolle, langwierige und viel Geduld erfordernde Arbeit ist, so liegt der Gedanke nahe, mechanische Hilfsmittel dazu in Anwendung zu bringen. Besonders geeignet erscheint zu dem Zwecke die Drehbank, welche dann mit Schleif- oder Polirscheiben ausgestattet wird. Hierunter versteht man runde Scheiben, welche, wie die oben erwähnten Feilen, aus Holz oder Metall angefertigt und mit Schleifmaterial versehen, durch die Spindel in Rotation versetzt werden, so dass sie oft 15 m. Umfangsgeschwindigkeit pro Sek. erhalten. Zum Poliren bekleidet man die Scheibe mit Leder (Lederscheibe), und zum Schleifen beklebt man sie zweckmässig mit Schleifpapier oder Schleifleinwand. — Wenn die Oberfläche der Arbeitsstücke Vertiefungen und Erhöhungen besitzt, so wird statt der Scheibe eine rotirende Bürste auf die Spindel gesteckt. Weil die harten Schleifpulver sich in die Spindellager der Drehbank setzen und dieselben schnell abnutzen, so sollte auf einer guten Drehbank das Schleifen eigentlich nicht stattfinden, sondern an die Stelle derselben die Schleif- und Polir-Maschinen stellen, deren Konstruktion wesentlich auf das Prinzip der Drehbank zurückzuführen ist [1]), mitunter auch für besondere Zwecke eigens angeordnet wird. — Zum Glätten der zylindrischen Walzen für Walzwerke, Papiermaschinen, Walzendruckmaschinen, Kalander u. s. w. ist folgende Vorrichtung in Gebrauch. Die zu bearbeitende Walze wird mit ihren Zapfen in ein Gestell gelegt und durch Riemen etc. in Rotation versetzt. Parallel mit der

---

1) Polyt. Centr., 1863. S. 295; 1874. S. 640; 1875. S. 281. — Dingler's Journ., Bd. 133. S. 255; Bd. 212. S. 388; Bd. 219. S. 209; Bd. 222. S. 406.

Walzenachse liegt in demselben Gestell eine Welle, welche sich der Walze entgegengesetzt dreht und einen kurzen Zylinder mitnimmt, dessen Oberfläche das Schleifpulver, gewöhnlich Schmirgel, aufnimmt. Indem nun die Walze mit dem Schleifzylinder in Berührung gebracht und der letztere langsam längs der Welle verschoben wird, findet das Abschleifen Statt. — Zum Abschleifen grosser ebener Flächen bedient man sich eines eisernen, mit Holz bekleideten Zylinders von erheblichem Durchmesser (0,5 bis 1 m.) und Länge (1 bis 1,5 m.), dessen Oberfläche einen durch Leim befestigten Ueberzug von Schmirgel oder Bimssteinpulver besitzt, und der wie ein Drehstein mit horizontaler Achse in Umdrehung versetzt wird. Ueber diesem Zylinder liegt eine horizontale Tischplatte, aus deren Oberfläche der Schleifzylinder mit einem Mantelstück ein klein wenig hervorragt. Das Arbeitsstück wird, indem man es über den Tisch hinwegschiebt, eben abgeschliffen. (Diese Maschine dient namentlich zum Abschleifen von Holzstücken.)

Eine besondere Art des Schleifens und Polirens verdient noch Erwähnung, weil sie vorzüglich geeignet ist, eine grosse Zahl kleiner Gegenstände: Kettenglieder oder fertige stählerne Uhrketten, Schnallen, Metallknöpfe, Stahlperlen, Stahlfedern etc. auf einmal blank zu machen. Sie besteht in der Anwendung einer sich um die horizontale Achse drehenden Tonne (Scheuertonne), in welcher sich die Arbeitsgegenstände mit den entsprechenden Schleifpulvern befinden und durch die Drehung der Trommel sich gegenseitig abschleifen.

B. Poliren durch Druck.

Im dritten Kapitel des zweiten Abschnittes S. 127 etc. sind die Vorgänge ausführlich erörtert worden, welche eintreten, wenn auf ein dehnbares Material ein Druck mit Hilfe der formgebenden Werkzeuge ausgeübt wird. Namentlich wurde nachgewiesen, dass die Gestalt der Oberfläche derjenigen der Aussetzfläche umgekehrt kongruent wird, wenn der ausgeübte Druck zum Verschieben der einzelnen Körpertheilchen ausreicht. Aus demselben Grunde muss auch durch den Druck einer glatten Aufsetzfläche eine glatte Arbeits-Oberfläche, also eine glänzende Arbeitsfläche entstehen, wenn die Aufsetzfläche glänzend ist. Auf diesem Satz beruht das Verfahren, durch Druck die dehnbaren Körper, also Metalle zu poliren, ein Verfahren, welches ausserordentlich häufig Anwendung findet. — Beim Prägen der Münzen, Medaillen, Knöpfe etc. entsteht der Glanz der geprägten Gegenstände durch die hoch polirte Fläche der Prägstempel. — Durch Bearbeiten mit der polirten Bahn eines Hammers werden Metalle blank geschlagen (eine bei Kupferschmieden, Klempnern etc. oft vorkommende Arbeit.) — Aus (Gold-, Silber- u. s. w.) Draht gebogene Ringelchen geben mit der polirten Bahn eines Hammers platt geschlagen die bekannten glänzenden Flittern. — Wenn Metalldraht durch polirte Walzen geplättet wird (S. 178), so werden die beiden Oberflächen zugleich polirt [Anfertigung von Lahn (Gold- und Silber-) zu Gespinnsten, Tressen etc.] Auch Blech wird auf solche Weise glänzend gemacht.

Im engeren Sinne versteht man jedoch unter Poliren durch Druck dasjenige Verfahren, bei welchem man besonders geformte, harte, hochglänzende Körper (Polir-Werkzeuge) mit entsprechendem Druck über die Arbeitsstücke so lange hin- und herschiebt, bis letztere die gewünschte Glätte erhalten haben. Da die Aufsetzflächen der Polirwerkzeuge der Erhaltung des Glanzes wegen sehr hartem Material angehören müssen,

so wird als solches entweder glasharter Stahl (Polirstahl, Brunissoir, *Burnisher)* oder ein harter Stein (Polirstein. Pierre à brunir, *Burnishing-stone)* genommen. — Als Polirsteine eignen sich besonders die verschiedenen Quarze: Chalzedon, Jaspis, Achat oder gestreifter Chalzedon, ferner der Blutstein (Sanguine, Pierre sanguine, *Blood-stone)* oder Glaskopf, ein faseriger Rotheisenstein. — Dem Stahl wird durch Schmieden, Feilen, Drehen etc. zuerst die passende Gestalt gegeben, darauf wird derselbe gehärtet und aufs feinste geschliffen, und endlich mit Polirroth oder Kalk auf das Höchste polirt. Die Steine werden durch Schleifen und Poliren zugerichtet. Zum bequemen Handhaben der Polirstähle oder Steine werden dieselben in hölzerne Stiele gesteckt, die oft so lang sind, dass man sie zur Ausübung eines starken Druckes unter den Arm oder auf die Schulter legen kann, wie das Schnitzmesser Fig. 271 A., S. 237. — Zur weiteren Druckvergrösserung wird dieselbe Vorrichtung angetroffen, welche in Fig. 341, S. 364 für Schaber dargestellt ist. Statt des Schabers c. wird in die 600 bis 900mm. lange Stange (Gerbstange), dann ein Polirstahl (Gerbstahl) eingesetzt.

Da es sehr viel Geschicklichkeit fordert, mit dem Polirstahl grössere Flächen streifenlos zu erzielen, und da das Poliren auf sehr hartem Material höchst anstrengend ist, so steht dieses Polirverfahren hauptsächlich nur da in Anwendung, wo kleinere Flächen nicht harter Metalle (Kupfer, Gold, Silber, Argentan u. s. w.) polirt werden sollen. Ausnahmen bilden hiervon die grösseren Zinnarbeiten, die fast nur durch Druck polirt werden und die Kupferplatten der Kupferstecher, die neben der Glätte zugleich eine grössere Dichtigkeit an der Oberfläche erhalten sollen.

Wenn die Aufsetzfläche der Polirwerkzeuge auch noch so glatt ist, so reiben sich doch kleine Theilchen von dem Arbeitsstück ab und setzen sich an das Werkzeug fest. Dieses wird aber dadurch mehr und mehr wirkungsloser. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes und gleichzeitig zur Verminderung der Reibung wird der Stahl mit Seifenwasser, Oel oder auch Bierhefe angenetzt gebraucht, und von Zeit zu Zeit auf einem Lederkissen mit Polirroth oder Kalk und Oel abgerieben.

Besonders gestaltete Oberflächen bedingen mitunter auch eigene Polirstähle. — Zum Glätten runder Löcher bedient man sich daher schlank konischer Werkzeuge mit rundem oder halbrundem Querschnitt, welche wegen ihrer Verwandschaft mit den Reibahlen S. 365 den Namen Glättahlen oder Polirahlen (Alésoir rond, *Round-broach*) erhalten haben. — Zum Glätten und Poliren solcher Oberflächen, welche viele kleine Vertiefungen und Erhöhungen besitzen, gebraucht man mit Erfolg die aus Metall-(Messing-)Draht oder Glasgespinst angefertigten Drahtbürsten (Kratzbürsten, Gratte-bosse, Gratte-brosse, *Wire-brush*, *Scratch-brush*).

C. Poliren durch Dichtung[1]).

Es ist schon oben S. 440 erwähnt worden, dass poröse Körper mit unregelmässiger Struktur, wie also die Hölzer, durch Schleifen nur einen geringen Grad von Glanz anzunehmen vermögen, und dass es demnach zur Hervorbringung einer Politur erforderlich ist, die an die Oberfläche tretenden Poren und sonstige Vertiefungen mit einer Substanz auszufüllen, die nicht nur eine kontinuirliche Fläche erzeugt, sondern auch die Eigenschaft besitzt, Glanz anzunehmen. Die in diesen Worten skizzirte lediglich auf Holzgegenständen anzuwendende Arbeit wird ebenfalls Poliren genannt, wenn die verwendete Substanz eingerieben wird, (im Gegensatz zum Aufpinseln).

---

1) Dingler's Journ., Bd. 164. S. 463.

Um das Einreiben der politurgebenden Substanz zu erleichtern oder überhaupt möglich zu machen, wird dieselbe stets im flüssigen Zustande als Politur[1]) gebraucht. Die Grundlage der Politur bilden Harze, Gummi oder Wachs, welche in Flüssigkeiten gelöst werden, die leicht verdunsten und die feste Masse als dünne Decke zurücklassen.

Unter den Harzen findet der Schellack (Laque en écailles, L. plate, L. en feuilles, L. en tablettes, *Shell-lac*) zur Anfertigung der Politur die ausgedehnteste Anwendung. Ausserdem werden noch dazu gebraucht: Sandarach, Mastix, Kopal, Benzoë. Das Auflösungsmittel dieser Harze ist Weingeist, selten Ammoniak oder Boraxlösung. Eine Lösung von 1 Th. Schellack in 7 bis 8 Th. Weingeist, von etwa 90 % nach Tralles bildet die gewöhnliche Tischler-Politur (Schellack-Politur, Wiener Politur, Französische Politur, Vernis, *French polish*). Man erhält die Auflösung zwar schon in der Kälte, doch ist es zweckmässiger, die Mischung eine Zeitlang in der Sonne oder auf einen warmen Ofen zu stellen. — Mitunter setzt man dieser Politur wohl Mastix, Benzoë oder Sandarach zu, um die Härte der zurückbleibenden Decke etwas zu verringern. Passende Verhältnisse sind dann: 70 Th. Schellack, 4 Th. Mastix, 4 Th. Sandarach und 750 Th. Weingeist; oder 6 Th. Schellack, 3 Th. Sandarach und 100 Th. Weingeist. — Wegen seiner dunkelbraunen Farbe giebt der Schellack der Oberfläche weisser Hölzer (z. B. Ahorn) einen bräunlichen Ton, zu dessen Vermeidung man wohl den Schellack vor seiner Anwendung bleicht (gebleichter Schellack[2]). — In manchen Fällen wird andererseits die Politur gefärbt: Roth durch Karmin, Orseille oder Santelholz; Schwarz durch Kienruss; Blau durch Indigo u. s. w.

Das Auftragen der Politur auf das Holz, welches mittelst der Ziehklinge glatt geschabt, oder mittelst Bimsstein, Schachtelhalm etc. gut abgeschliffen sein muss, geschieht mit Hilfe eines Polirbäuschens, welches aus einem Schwamm oder einem lockeren Gewebeklumpen (alte Gardinen, Strumpfstücke) besteht, der mit Politur getränkt, in alte feine Leinwand eingelegt wird. Mit diesem Bäuschen fährt man dann unter gelindem Druck auf der Holzoberfläche in graden, kreisförmigen, zykloidischen u. s. w. Zügen hin und her. Indem dabei die Politur durch die äussere Umhüllung hindurch gedrückt wird, lagert sie sich (die erforderliche Geschicklichkeit des Arbeiters vorausgesetzt) überall gleich dick ab und bildet bald einen zarten glänzenden Ueberzug. — Die grosse Flüchtigkeit des Weingeistes veranlasst ein sehr schnelles Trocknen der Politur und darum bald einen Zustand, in dem dieselbe stark klebrig wird und die Arbeit sehr erschwert. Um diesem Uebelstand zu begegnen, also die Polirflächen schlüpfrig zu erhalten, werden von Zeit zu Zeit einige Tropfen Leinöl auf die Oberfläche des Polirballes getröpfelt. — Die Vorschläge, den Schellack statt in Weingeist, in dem weniger schnell verdunstenden Salmiakspiritus oder in einer Auflösung von Borax in Wasser zu lösen, sind anderer hierdurch erzeugten Uebelstände halber nicht in Aufnahme gekommen.

Wenn es sich nur um die Hervorbringung eines Glanzes von untergeordneter Bedeutung handelt, z. B. bei Fussböden, Möbeln etc., so kann man sich mit Erfolg der Wachspolitur (Poli à la cire, *Wax polishing*) bedienen, einer aus 10 Th. Wachs und 4 bis 7 Th. Terpentinöl durch Erwärmen hergestellten Salbe (Polirwachs, Bohnwachs) oder einer Art

---

1) Dingler's Journ., Bd. 186. S. 336; Bd. 192. S. 263; Bd. 193. S. 176. 2) Muspratt-Kerl, Chemie, 2. Aufl. III. S. 48.

Wachsseife, welche mit steifen Bürsten oder einem Lappenballen eingerieben wird.

III. Von den Mitteln zur Erzeugung verzierter Oberflächen.

Unter verzierten Oberflächen mögen hier solche verstanden werden, welche bestimmte Zeichnungen aufweisen, die entweder vertieft oder erhaben auf der Fläche liegen, oder durch Abwechselung matter Stellen mit glänzenden entstehen, oder durch besonders eingelassene Substanzen gebildet werden, die durch Farbenunterschiede wirken. — Da erhöhte oder vertiefte Zeichnungen, als auch solche, die durch Mattiren zum Vorschein kommen, offenbar ebensowohl durch mechanisches Wegarbeiten (Graviren, Schleifen), als durch Wegbeizen (Aetzen) erzeugt werden können und der Begriff der eingelegten Arbeit hier auf alle dazu verwendbaren Stoffe ausgedehnt ist, so sind in Folgendem sämmtliche Arbeiten zusammengestellt, welche wesentlich die Erzeugung solcher Oberflächenverzierungen bezwecken.

A. Graviren (Graver, Gravure, *Engraving*).

Unter Graviren im engeren Sinne begreift man jene Arbeiten, welche nach einer auf der Metall- oder Holzfläche durch Vorritzen, Vorbeizen u. s. w. hervorgebrachten Skizze mit Hilfe kleiner Meissel, Grabstichel S. 233 eine vollendete Zeichnung liefern, wie sie auf Gold- und Silberwaaren, Uhrgehäusen, Metallgefässen etc. vorkommen, und demnach namentlich von der Geschicklichkeit und dem Geschmack des Arbeiters (Graveur) abhängen. — Spezielle Fälle dieser Art bilden die Arbeiten des Stempelschneiders, Medailleurs, Schriftstechers, Kupferstechers, Holzschneiders. — Im weiteren Sinne rechnet man auch hierher das Ziseliren, das ist diejenige Arbeit, welche an den Gegenständen der Kunstgiesserei (Statuen etc.) vorgenommen wird, um die durch das Giessen nicht vollkommen ausgebildeten Feinheiten der Oberfläche hervorzubringen. Die Hauptwerkzeuge für diese Arbeit sind Meissel, Grabstichel, Feile und Schleifstein.

Bei regelmässigen Zeichnungen (geometrischen Figuren) wie sie unter Anderem die Schraffirungen (Hachure, *Hatching*), die Guillochirungen (Guillochis, *Guilloshed-work*) — das sind die eigenthümlichen, regelmässigen Verschlingungen von Linien, welche Kreisen, Ellipsen, runden Vierecken u. s. w. angehören und auf Uhrgehäusen, Knöpfen, Gold- und Silberwaaren etc. in grosser Mannigfaltigkeit und Abwechselung Zeichnungen darstellen — darbieten, sowie beim Uebertragen einer Zeichnung von einem Relief auf eine Fläche etc. sind übrigens zur Unterstützung und Beschleunigung besondere mechanische, mit Gravirwerkzeugen arbeitende Hilfsmittel in Gebrauch: Schraffirmaschinen[1]), Gravirmaschinen, Guillochirmaschinen[2]) (Machine à guillocher, Tour à guillocher, *Rose-engine*), Reliefkopirmaschine[3]) (Glyptographische Maschine, Machine glyptographique).

Auf dem Prinzip des Gravirens beruht auch das mechanische Hervorbringen der in Farben schimmernden Metalloberflächen, des Irisirens, was dadurch entsteht, dass man die Oberfläche mit einer grossen Zahl sehr feiner und sehr naheliegender Linien ausstattet und zwar entweder durch Einritzen vermittelst spitzer Grabstichel etc. oder durch Prägen vermittelst

---

1) Techn. Encyklop., Bd. IX. S. 84. — Publ. indust., V. 18. S. 421. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 33. — Polyt. Centr., 1870. S. 1554. — Dingler's Journ., Bd. 215. S. 501; Bd. 221. S. 112. 2) Techn. Encyklop., Bd. VII. Art. Guillochiren. — v. Kulmer, Handbuch für Goldarbeiter. Weimar. 1872. S. 132. Taf. XVIII. 3) Karmarsch, Relief-Maschine, Hannover. 1836.

Stempel, deren Oberfläche in kleine Dreiecke getheilt und dann mit Hilfe einer mit einer Diamantspitze versehenen Schraffirmaschine auf Feinste schraffirt ist.

Desgleichen gehört hierher das Ausschleifen von Oberflächen durch einen Sandstrahl (Sandstrahlprozess[1]). Dieses Verfahren beruht darauf, dass scharfkörniger Sand, gegen harte Körper geschleudert, diese stark und schnell abschleift, weiche Körper dahingegen sehr langsam angreift. Legt man daher auf einen Metallkörper eine Schablone von Kautschuk, Leder, Gewebe oder auch von dickeren Metallplatten und bläst Sand dagegen, so werden die unbedeckten Stellen geschliffen. Besonders geeignet scheint diese Methode zur Erzeugung matter Flächen auf mechanischem Wege.

B. Aetzen (Graver à l'eau forte, *Etching*[2]).

Da die Metalle und ihre Legirungen von Säuren aufgelöst werden, so kann man offenbar durch letztere ebenfalls Vertiefungen auf Metalloberflächen nach beliebigen Zeichnungen erzeugen, wenn man nur diesen Zeichnungen entsprechend die Wirkung der Säuren auf bestimmte Stellen beschränkt, was am einfachsten dadurch erreicht wird, dass man diejenigen Stellen, welche nicht der Einwirkung der Säuren ausgesetzt werden sollen, durch einen Ueberzug dagegen schützt. Das Verfahren (Aetzen) fordert demnach zwei Operationen: die Erzeugung des Ueberzuges und das Aufbringen der Aetzflüssigkeit. Der Ueberzug muss aus Substanzen (Aetzgrund, Vernis, *Etching varnish*) gebildet werden, die nicht nur den Aetzflüssigkeiten vollständig widerstehen, sondern auch fest anhaften müssen, damit sie von der Flüssigkeit nicht abgehoben werden. Der Aetzgrund besteht daher gewöhnlich aus Gemengen von Harzen, Wachs, Pech etc., welche zusammengeschmolzen und durch Umherfahren auf dem erwärmten Gegenstande aufgetragen werden, wobei es zweckmässig ist, sie in feine Leinwand einzuschlagen. Folgende Mischungen sind hierzu empfehlenswerth: 2 Th. weisses Wachs, 2 Th. Mastix und 1 Th. Asphalt; oder 4 Th. weisses Wachs, 4 Th. Asphalt, 1 Th. Pech und 1 Th. Burgunderharz; oder 1 Th. Pech, 1 Th. Gutta-Percha; oder 1 Th. schwarzes Pech wird bei gelinder Wärme mit 1,5 Th. Kolophonium, 1 Th. Dammarharz und 1 Th. Terpentinöl zusammengeschmolzen. Da manche Gegenstände nicht erwärmt werden können oder dürfen, so ist hier der Beizgrund flüssig, d. h. in Auflösung aufzutragen. Solcher Aetzfirniss wird am einfachsten durch Auflösen eines Aetzgrundes in Terpentinöl oder Benzin hergestellt und mit einem weichen breiten Pinsel über die Fläche vertheilt.

Die Wahl der Materialien zu der Aetzflüssigkeit (Aetzwasser, Mordant, Eau forte, *Mordant*) richtet sich natürlich nach dem Material des Arbeitsstückes. Gewöhnlich benutzt man: auf Eisen und Stahl eine Auflösung von 15 gr. Quecksilber-Sublimat in 450 gr. Wasser mit 1 gr. Weinsteinsäure und 16 bis 20 Tropfen Salpetersäure; oder Salzsäure mit gleichen Theilen Wasser vermischt mit Zusatz einiger Tropfen weingeistiger Chlor-Antimon-(Spiessglanzbutter-)Lösung; auf Gold verdünntes Königswasser; auf Kupfer, Messing und Silber verdünnte Salpetersäure: oder auf Kupfer und Messing eine aus 10 Th. rauchender Salzsäure und 70 Th. Wasser bestehende Flüssigkeit, der man noch 2 Th. chlorsaures Kali in 20 Th. kochendem Wasser gelöst und für sehr zarte Aetzungen noch 100 bis 200 Th. Wasser zusetzt[3]); oder um die schädlichen Dämpfe zu vermeiden,

---

1) Deutsch. Bericht üb. die Wiener Ausst., Gruppe XIII. Sekt. II. a. S. 144. — Berliner Verh., 1874. S. 26. — Dingler's Journ., Bd. 212. S. 14. 2) Techn. Lexicon, Bd. I. S. 33. 3) Musspratt-Kerl, Chemie, 2. Aufl. Bd. 3. S. 1068.

3 Th. Salpetersäure mit 1 Th. Wasser verdünnt und Zusatz von 1/2 Th. gepulvertes, doppelt chromsaures Kali, (dieser Flüssigkeit muss von Zeit zu Zeit Chromsalz zugesetzt werden); oder eine Eisenchloridlösung. Wenn es sich um sehr scharfe Konturen, z. B. für Kupferdruckplatten handelt, so ist folgendes Verfahren empfohlen. Man überzieht die Kupferplatte mit einer fest anhaftenden dünnen Schicht mit Silber und diese mit Aetzgrund, in welchen nun die Zeichnung, Striche, Namen etc. mit der Radirnadel oder einer Diamantspitze (à la pointe séche) eingeritzt wird, worauf man mit Eisenchlorid ätzt [1]).

Zum Aetzen wird das Arbeitsstück entweder in die Flüssigkeit gehängt, oder es wird mit einem Rande aus Wachs versehen und dann das Aetzwasser darauf gegossen. Die beim Einfressen entstehenden Bläschen müssen fortwährend mit einem Pinsel oder einer Federfahne entfernt werden, weil unter den Bläschen keine Einwirkung stattfindet.

Es ist neuerdings in Vorschlag gebracht [2]), glatt geschliffene Eisen- und Stahlbruchflächen zu ätzen, um auf die Beschaffenheit des Materials zurückzuschliessen.

Dass beim Damaszener-Stahl durch Aetzen die Damaszirungen zum Vorschein kommen, ist bereits S. 16 erwähnt.

Es mag noch angedeutet werden, dass auch die Photographie im Dienste der Aetzkunst steht.

C. Emailliren (Emailler, *Enamelling*).

Emailliren heisst das Verfahren, durch welches Metalle mit glasartigen Ueberzügen (Emaille, Schmelz, Glasschmelz, Email, *Enamel* [3]) versehen werden. Sofern die Emaillirung (Emaillure) aus farbigen Sätzen besteht und zum Zwecke der Verzierung auf Metallgegenständen angebracht wird, gehört sie hierher. — Das Wichtigste bei dem Emailliren ist die Zusammensetzung der Glassätze, nicht nur, um die gewünschte Farbe zu erzeugen, sondern auch um ein gutes Anhaften an die Gegenstände zu veranlassen, und es liegt in der Natur der Sache, dass diese Sätze sehr verschieden sein müssen.

Man unterscheidet durchsichtige und undurchsichtige Emaillen, jenachdem die Substanzen vollständig oder unvollständig in Schmelzung gerathen. Da die letzteren für den vorliegenden Fall die Regel bilden, so mag es auch hier genügen, ihre Bereitung kurz anzugeben, und des Weiteren auf die angeführten Abhandlungen zu verweisen. — Die undurchsichtige Emaille besteht aus einem Glassatze von leichter Schmelzbarkeit, welcher mit Zinnoxyd oder Knochenasche (phosphorsaurem Kalk) undurchsichtig gemacht wird. Die grössere Schmelzbarkeit wird durch Bleioxyde, Borax oder phosphorsaures Natron erzielt. Die Farben werden durch Metalloxyde gebildet, z. B. Blau durch Kobalt, Roth durch Gold, Gelb durch Silber oder Antimon, Grün durch Kupferoxyd und Chromoxyd, Violet durch Braunstein, Schwarz durch eine grosse Menge Metalloxyd, namentlich durch eine Mischung von Braunstein, Kupferoxyd und Kobaltoxyd.

Die Grundlage bildet dann ein Glas, welches aus 3 Th. Sand, 1 Th. Kreide, 3 Th. kalzinirtem Borax oder 3 Th. Kristallglas, 1 Th. kalzinirtem Borax, 1/4 Th. salpetersaurem Natron und 1 Th. Antimonoxyd besteht. Diese Ingredienzien werden zunächst zu einer Fritte und dann noch einmal mit den färbenden Metalloxyden zusammengeschmolzen, deren Zusatzmengen sich nach dem gewünschten Ton richten.

---

1) Wagner's Jahresber., 1874. S. 137. 2) Polyt. Centr., 1874. S. 380. — Dingler's Jounr., Bd. 212. S. 40. 3) Musspratt-Kerl, Chemie, 2. Aufl. Bd. 2. S. 491.

Das zweckmässigste Metall als Grundlage der emaillirten Schmucksachen (Ringe, Dosen, Brochen, Ordensdecorationen etc.) ist Gold und zwar das reine oder mindestens 20 karatige, wenngleich auch Silber, Kupfer und vergoldetes Tombak Verwendung findet. Die Emaille wird auf die vollständig metallisch reine Fläche gepulvert und mit Wasser zu einem Brei angerührt, aufgetragen und dann im Muffelofen eingebrannt d. h. bis zum Schmelzen erhitzt, so dass es über die Fläche fliesst. — Soll auf eine Emaille andere Emaille (von verschiedener Farbe) kommen, so muss diese leichtflüssiger als jene sein, wenn nicht beide durcheinander laufen sollen. — Um Emaillen vollständig getrennt zu halten, werden die zu emaillirenden Flächen oft zur Aufnahme der Emaillen kastenartig vertieft ausgearbeitet, so dass feine Metallinien die Umrisse der Zeichnungen bilden. — Eine besondere Art Emaillirung ist das Nielliren (nach dem Erfinder Niel so genannt), welches darin besteht, dass man eine Schwefelsilber enthaltende Masse auf Silber einschmilzt, welches zu dem Zwecke mit Stempeln oder durch Graviren entsprechende Vertiefungen bekommen hat. Die Masse wird erhalten durch Zusammenschmelzen von 750 gr. Schwefelblumen mit 75 gr. Salmiak in einem Tiegel und Zugiessen einer in einem besonderen Tiegel geschmolzenen Metallmischung aus 15 gr. Silber, 40 gr. Kupfer und 80 gr. Blei. Nach gehöriger Einwirkung, d. h. nachdem sich Schwefelverbindungen gebildet, wird die ganze Masse über ein Reiserbündel in Wasser gegossen und später fein gepulvert. Auf das vorbereitete Arbeitsstück aufgetragen und eingeschmolzen, entstehen sehr fest anhaftende, schwarze, emaillartige Zeichnungen, welche unter dem Namen Niello auf silbernen Dosen, Fingerhüten, Bonbonnieren, Kästchen u. s. w. bekannt sind. Die Tula-Dosen, in Tula (Russland) fabrizirt, gehören hierher. — Mitunter wird eine falsche Emaillirung auf ordinären Arbeiten dadurch erzeugt, dass man die Vertiefungen mit einem Kopallack ausfüllt, dem die gewünschten Farben zugesetzt sind.

D. Eingelegte Arbeiten.

Zeichnungen auf Metall und Holz lassen sich auch dadurch erzeugen, dass man in eingravirte oder eingeschnittene Furchen oder sonstige Vertiefungen, Metall- oder Holzstücke legt und passend befestigt. Dadurch entstehen die eingelegten Arbeiten, welche sowohl bei Metall- als auch namentlich bei Holzgegenständen (Marqueterie, *Inlaying*, *Inlaid work*, *Marquetry)* häufig zur Verzierung und Verschönerung angewendet werden. Beispiele bieten die oft mit grosser Kunst angefertigten Verzierungen an Gewehr-Schäften, Schlössern und Läufen, auf Säbeln, Dolchen, Messern; auf Kästchen, Tischen, Stäben, Billardqueus u. s. w. Die eingelegten Theile sind aus Gold, Silber und edlen Metallen, edlen oder schön gefärbten Hölzern, Perlmutter u. s. w., die entweder durch einfaches Eindrücken oder mit Hilfe von Befestigungsmitteln (Loth, Leim, Firniss etc.) mit den Arbeitsstücken fest verbunden werden. Ein einfaches Andrücken genügt z. B. zur Anbringung von Blattmetall auf gravirten oder geätzten Flächen; dickere Metallplatten werden dadurch befestigt, dass man sie in die Vertiefungen einklopft, nachdem man die Ränder der letzteren etwas untergraben hat.

Eine der eingelegten Arbeit ähnliche Verzierung kann auf Holz auch durch Einbrennen erhalten werden, wenn man eiserne Formen so weit angewärmt auf das Holz presst, dass die gebrannte Stelle tief- oder hellbraun erscheint, und nun das Holz bis zum Verschwinden der Vertiefungen abhobelt. Weil die gebräunten Stellen sich erst allmählich im Holze verlieren, so erscheinen die Figuren wie getuscht (Pyrographie).

E. Ueberziehen.

Nicht nur zur Erzeugung eines gleichmässigen, sauberen Ansehens, als auch namentlich zur Abhaltung des die Oxydation (Rosten etc.) erzeugenden Sauerstoffes der Luft und des Wassers, und zum Schutz gegen die Einwirkung gewisser Stoffe (Säuren, Salze etc.) wird eine grosse Menge Gebrauchsgegenstände mit einem Ueberzug versehen, der nicht nur aus den verschiedensten Substanzen (Fett, Lack, Firniss, Emaille, Metalle, Holz etc.) bestehen kann und muss, sondern auch auf verschiedene Weise zu befestigen ist (Ankleben, Aufschmelzen, Galvanische Niederschläge u. s. w.). Alle diejenigen Verfahrungsarten, welche nun die Bestimmung haben, einen solchen Ueberzug hervorzubringen, sollen daher ohne Rücksicht auf ihre verschiedenen Zwecke hier zusammengestellt werden.

1. Einölen, Einfetten. Um Eisen- und Stahlgegenstände gegen Rosten zu schützen und blank zu erhalten, überzieht man sie mit einer höchst dünnen Schicht Oel oder Fett, indem man mit einem mit Oel oder Schmalz getränkten Lappen oder weichen Leder darüber hinwischt. Für feine z. B. polirte oder geschliffene Gegenstände, (welche übrigens durch das Einölen an Glanz verlieren, und darum besser durch Aufbewahren in einem trocknen Raum gegen Rost geschützt werden) muss das Oel sehr rein und nicht ranzig sein; es empfiehlt sich hier das sog. Klauenfett oder in Ermangelung dessen, feines Provenzer Oel; für ordinäre Sachen genügt gewöhnliches Baumöl, Schweinefett oder frisch ausgelassener Talg. Die eintrocknenden Oele (Leinöl, Mohnöl) sowohl, als die sich gänzlich verflüchtigenden (Petroleum, rektifizirtes Terpentinöl etc.) sind verwerflich. Dahingegen ist ein dünner Ueberzug von Paraffin ein gutes Schutzmittel, den man dadurch hervorbringt, dass man die wowöglich etwas erwärmten Gegenstände mit einer Auflösung von 1 Th. Paraffin in 20 Th. Benzin oder Petroleum einreibt.

2. Anstreichen, Firnissen, Lackiren[1]). Metall- und Holzarbeiten erhalten in sehr vielen Fällen einen feststehenden harten Ueberzug durch Auftragen flüssiger aber fest und hart werdender Substanzen, welche durch Eintrocknen entweder eine undurchsichtige oder eine durchsichtige Haut zurücklassen und je nach der Qualität des Gegenstandes aus ordinären, billigen oder feineren theueren Stoffen bereitet werden und den Namen Anstrich, Firniss oder Lack führen.

Der Anstrich bezweckt in der Regel eine undurchsichtige Decke und besteht daher aus den gewöhnlichen Malerfarben, welche sich, je nach der Bereitung, in Leim- und Oelfarben unterscheiden und wovon die Leimfarben nur auf Holz, die Oelfarben auf Holz und Metall gebraucht werden. — Auch der bei grossen Holz- und Gusseisentheilen oft angewendete heiss aufzutragende Theer, dem mitunter Graphit oder Koksstaub zugesetzt wird, sowie Wasserglas-Lösungen sind zu den Anstrichen zu rechnen.

Unter Firniss sind eigentlich diejenigen Oele zu verstehen, welche eine solche Zubereitung erfahren haben, dass sie durch langsames Trocknen (Oxydation) erhärten und eine durchsichtige Haut bilden, während Lacke jene Auflösungen von Harzen und harzähnlichen Substanzen heissen, welche durch Verdunsten der Auflösungsmittel die aufgelösten Theile als zusammenhängende durchsichtige Schicht zurücklassen. Im täglichen Leben wird

---

1) Karmarsch-Hartig, S. 476 u. 791. — Creuzberg, Lehrbuch der Lackirkunst, 8. Aufl. Weimar. 1873. — Andress, die Fabrikation der Lacke und Firnisse. Wien. 1874.

jedoch diese Trennung nicht scharf beachtet, d. h. Lack und Firniss im Begriff vielfach verwechselt, wie folgende kurze Andeutung über Namen und Zubereitung der gebräuchlichsten Lacke und Firnisse nebenbei zeigt.

Oelfirniss (Vernis gras, Huile lithargirée, *Oil varnish*, *Boiled oil*, *Drying oil*) wird durch Kochen oder Erhitzen von Oel (Leinöl, Hanföl, Mohnöl, Nussöl) mit oder ohne Bleioxyd (Glätte, Mennige) oder andere die Oxydationsfähigkeit befördernde Ingredienzien (Manganoxydulhydrat, borsaures Manganoxydul) und auch in der Kälte durch längeres Stehen und öfteres Durchschütteln mit Bleiessig erhalten.

Fette Firnisse (Oel-Lackfirnisse) sind Auflösungen von Kopal oder Bernstein in Oelfirniss, welche dadurch gewonnen werden, dass man den geschmolzenen Kopal oder Bernstein in kochenden Oelfirniss giesst.

Terpentinölfirniss (Vernis à l'essence, *Lac-varnish*) erhält man durch Auflösen von Harz (Dammar, daher Dammarfirniss, Asphalt, daher Asphalt-Lack) in siedendem Terpertinöl.

Steinkohlentheerölfirniss ist ein Ersatz des vorigen und wird durch Auflösen von Harzen in leichtem Steinkohlentheeröl (Benzol) dargestellt.

Weingeistfirnisse nennt man die klaren Auflösungen verschiedener Harze, Gummiharze und Balsame (Schellack, Sandarack, Venetianischer Terpentin, Mastix, Gummilack, Kolophonium, Bernstein, Körnerlack etc.) in Spiritus. Dieselben können durch manche Farbstoffe (Anilin, Drachenblut, Gummigutt, rothes Santelholz, Safran etc.) gefärbt und so der Farbe der Unterlage angepasst, oder geeignet werden, dem Gegenstande einen farbigen, durchsichtigen, glänzenden Ueberzug zu geben. — So erhalten Messing-, Bronze-, Zinn- und Eisen-Gegenstände durch einen solchen gelben Firniss ein goldähnliches Ansehen (Goldfirniss). — Die Grundlage der Weingeistfirnisse bildet die schon erwähnte Tischlerpolitur: 1 Th. Schellack in 4 Th. Weingeist gelöst, der nun von den anderen Stoffen nach Bedürfniss zugesetzt wird. Eine andere leicht zu färbende Grundlage wird gewonnen durch Auflösen von 4 Th. Sandarack, 2 Th. Mastix, 1 Th. Kampfer, 2 Th. weisses Kolophonium in 24 Th. Alkohol von 90° Tr., die durch einen Zusatz von 2 Th. Schellack an Härte gewinnt.

Das Auftragen des Anstrichs (Anstreichen, Malen, Peindre, *Painting*), Firnisses (Firnissen, Vernir, *Varnishing*) oder Lackes (Lackiren, Vernir an four, *Japaning*) geschieht fast ausschliesslich mit Bürsten oder Pinseln, selten durch Eintauchen der Gegenstände in die Flüssigkeit und Ablaufenlassen oder durch Uebergiessen. In allen Fällen ist die richtige Konsistenz der Anstriche etc. von Wichtigkeit, damit das Verstreichen leicht vor sich geht. Daher werden sie in der Regel mit Terpentinöl, Benzol oder Weingeist gehörig verdünnt. — Beim Auftragen der Firnisse auf Metall ist es sehr wünschenswerth, letzteres auf etwa 50—75° zu erwärmen, indem man es auf eine warme Platte oder in kochendes Wasser legt, in welchem letzeren Falle eiu schnelles Abtrocknen vor dem Firnissen erforderlich ist.

Häufig müssen mehrere Anstriche über einander gegeben werden, um das gewünschte Resultat (gleichmässiges Aussehen, glatte Fläche) zu erzielen. Dann wird zuerst ein Grund aus ordinärem Anstrich (gewöhnlich Leinölfirniss mit Erd- oder Metallfarben oder Leimfarbe) aufgebracht (Grundiren), darauf ein oder mehrere Mal der eigentliche Anstrich und oft endlich noch ein Lack. Hierbei ist es eine Hauptregel, jeden Anstrich erst vollkommen erhärten zu lassen, bevor man einen folgenden aufbringt. — Zur Erzeugung eines besonderen Glanzes, z. B. auf Holzarbeiten

(Kutschen, Tabletten) wird der Lack oft mehrere Male aufgetragen und inzwischen nach dem jedesmaligen Hartwerden mit geschlämmtem Bimsstein geschliffen und am Schlusse mit Tripel oder Stärkemehl polirt.

Wegen der Wichtigkeit, welche die Anstriche auf Eisenwerk, in Folge seiner massenhaften Verwendung zu Brücken, Bauwerken, Maschinen etc. zur Verhütung des Rostens besitzen, mögen über die hierzu üblichen und brauchbaren noch einige Andeutungen folgen [1]). Wenngleich nämlich das Eisen sich in trockner Luft unverändert erhält, so wird es in feuchter Luft dahingegen in einer Weise durch Oxydation angegriffen (zerfressen), dass im Laufe der Zeit eine vollständige Zerstörung eintritt. Bei diesem Oxydationsprozess ist die Feuchtigkeit gewissermassen der Träger des zerstörenden Sauerstoffs, indem dieser nicht nur in dem Wasser als eins seiner Bestandtheile, sondern auch als atmosphärische Luft vorhanden ist und daher sowohl durch eine etwaige Zersetzung des Wassers z. B. in Folge der fast immer vorhandenen Kohlensäure, als auch direkt auf das Eisen einwirkt. Die Feuchtigkeit der Luft schlägt sich aber leicht auf Metalle, also auch auf Eisen nieder, da dieselben sehr oft unter die Temperatur der umgebenden Luft erkalten und die Wasserdämpfe auf ihrer Oberfläche kondensiren, wie man ja z. B. am Morgen nach einer kalten Nacht leicht sehen kann. Zur Verhinderung des Rostens ist daher die Abhaltung der Feuchtigkeit erforderlich, was wieder am einfachsten durch einen Anstrich geschieht, der übrigens nicht nur richtig gewählt, sondern auch besonders gut und sorgfältig aufgetragen werden muss. Bezüglich der Wahl des Anstriches und seiner Beschaffenheit ist zu bemerken, dass derselbe vor Allem vollständig anhaften und eine durchaus ununterbrochene Schutzdecke bilden muss, weil sonst an den blosgelegten Stellen sich Wasser niederschlägt. Desshalb darf der Anstrich nicht reissen und abblättern, was namentlich leicht eintritt, wenn er nicht den Bewegungen folgen kann, welche die eisernen Gegenstände z. B. durch Temperaturveränderungen machen, oder wenn er nach dem Austrocknen zu spöde wird, oder wenn beim Anstreichen das Eisen nicht trocken war, oder wenn ein Niederschlag von Feuchtigkeit stattfindet, bevor der Anstrich fest geworden ist, weil dann die Feuchtigkeit mit dem Anstrich eine Art Emulsion bildet, welche das Antrocknen des ersteren verhindert. Der Anstrich muss daher nicht nur eine gehörige Trockenfähigkeit und Dünnflüssigkeit besitzen, sondern auch mager sein, damit beim Anstreichen nur dünne, schnell trocknende Schichten entstehen, die sich auch in sämmtlichen Vertiefungen bilden, ohne diese kittartig zu füllen. Auch würde es vortheilhaft sein, das Anstreichen an solchen Tageszeiten vorzunehmen, wo das Eisenwerk über oder mindestens gleich der umgebenden Lufttemperatur erwärmt ist. Ganz besondere Aufmerksamkeit fordert aber der erste Anstrich, also das Grundiren, weil die hier bei Missachtung der eben gegebenen Regeln entstehenden Fehler sehr schwer gut zu machen sind. Als Grund eignet sich der gewöhnliche schnell trocknende Leinölfirniss, mit einem Zusatz von Mennige (Bleimennige) oder feingepulvertem, thonigem Rotheisenstein (Eisenmennige) und mit Terpentinöl gehörig verdünnt, am besten. — Auch wird ein Zusatz von Graphit statt der Mennige sehr empfohlen (Diamantfarbe, *Grey minium*). — Auf solchen gut ausgetrockneten Grund ist dann jede andere Farbe zu bringen. — Für odinäre, grobe Gegenstände ist ein Anstrich aus einer Auflösung von 1 Th. Asphalt und 1 Th. Kolophonium

1) Polyt. Centr., 1875. S.975. — Wagner's Jahresber., 1875. S. 865; 1875. S. 1033. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing., 1872. S. 768. — Dingler's Journ., Bd. 207. S. 171; Bd. 215. S. 470.

in 8 Th. Terpentinöl sehr brauchbar. — Manche Gegenstände erhalten einen dauerhaften, gegen Rost gut schützenden Anstrich, indem man sie heiss mit Theer überzieht. So werden z. B. die eisernen Gas- und Wasserleitungsröhren (die ersteren auch inwendig) geschützt, indem man sie in Theer eintaucht. — Mitunter werden Eisengegenstände so heiss aus der Form genommen oder von Steinen erwärmt, dass aufgestrichener Firniss verbrennt und einen kohligen, schwarzen Lack zurücklässt (Schwärzen). Bei kleineren Sachen (Haarnadeln, Nägeln, Ketten, Schnallen, Knöpfen etc.) geschieht das Schwärzen dadurch, dass man sie mit Oel, Fett, Wachs u. s. w. begiesst und auf eine so stark erwärmte eiserne Platte wirft oder über Flammen hält, bis das Oel abgebrannt ist.

An dieser Stelle mag auch des Verfahrens gedacht werden, das den Namen Brüniren, (Braunmachen, Bronzer, Brunir, *Browning*, *Burnish)* führt und den Zweck hat, Eisen mit einer festen, dichten Oxydschicht zu überziehen, um dadurch ein weiteres Rosten zu verhindern und die Oberfläche angenehmer braun und matt zu machen. Namentlich werden Flintenläufe diesem Prozesse unterworfen, um das verrätherische Blinken derselben zu beseitigen, Das Verfahren selbst besteht darin, dass man die zu bräunenden, gehörig gereinigten Theile mit einer rosterzeugenden Flüssigkeit so oft benetzt, bis das gewünschte Resultat erzielt ist, sodann sorgfältig abwäscht und abtrocknet und endlich mit einem Firniss (Leinölfirniss, Spirituslack) oder Fett einreibt. Als Brünirflüssigkeit dienen unter Anderem:

a. 1 Th. Scheidewasser mit 100 Th. Wasser verdünnt.

b. 2 Th. krystallisirtes Eisenchlorid, 2 Th. festes Chlorantimon (Spiessglanzbutter) und 1 Th. Gallussäure in 4 bis 5 Th. Wasser gelöst.

c. 1 Th. Salpetersaures Silberoxyd in 500 Wasser Th. gelöst.

d. 1 Th. Kupfervitriol wird in 8 Th. Wasser gelöst und dann zugesetzt: 2 Th. Salzsäure und 1 Th. versüssten Salpetergeist.

e. 1 Th. Eisenvitriol in 22 Th. Wasser aufgelöst und mit einigen Tropfen Salpeteräther und Schwefeläther, oder um die Wirkung zu beschleunigen mit $^1/_{10}$ Salpetersäure versetzt.

3. Ueberziehen mit Metall. Die Metallüberzüge auf Metall- oder Holzgegenständen können auf verschiedene Weise hergestellt oder befestigt werden.

a. vermittelst eines Klebmittels,

b. vermittelst Aufschmelzens,

c. vermittelst der Adhaesion in Folge starken Druckes,

d. vermittelst der Adhaesion in Folge der chemischen Affinität.

a. Vermittelst eines Klebmittels werden nur Metallpulver und die dünnen Metallblätter befestigt, welche den Namen Folie (S. 196) führen, weil nur diese sich so an die Flächen anschmiegen, als zur gehörigen Verbindung ohne dazwischen liegende Luftschichten erforderlich ist. Namentlich steht Gold-, Silber- und Zinnfolie als Ueberzugsmetall in Gebrauch. In Pulverform dahingegen stehen nur die sog. Bronzefarben in Anwendung (Bronziren), welche in den verschiedensten Farben aus Kupfer, Gelbkupfer, Neusilber, Zinn-Zink-Legirungen hergestellt werden. Zu dem Zwecke werden die Metalle zuerst gewalzt und wie das Blattmetall geschlagen (S. 200), sodann mit Honig oder Glyzerin auf Marmorplatten mittelst eines Reibsteines (der mitunter durch eine mechanische Vorrichtung «Reibmaschine» in Bewegung gesetzt wird) in feines Pulver verwandelt, welches schliesslich mit Wasser ausgewaschen und getrocknet wird. Auf solche Weise giebt Kupfer die rothe (Kupferbronze), Neusilber die weisse und Messing die

gelbe Bronze. Die anderen Farben erzeugt man durch eine geringe Oxydation der gelben Bronze, indem man das Pulver derselben in eisernen Gefässen erwärmt, wobei die bereits S. 13 erwähnten Anlassfarben, in diesem Falle: Hochgelb, Braun, Violett, Purpur, Blau, Grün entstehen. —

Als Klebmittel zur Befestigung der Blätter sowohl als der Bronzefarben dienen ausschliesslich der Oelfirniss S. 453 und der Leim S. 404, wesshalb man auch Oelvergoldung (Dorure à l'huille, *Gilding in oil*) und Leimvergoldung (Wasservergoldung, Dorure en détrempe, *Gilding on water size*, *G. indistemper*, *Burnished gilding*) unterscheidet.

Zum Zwecke der Oelvergoldung, Oelversilberung, Oelbronzirung etc. wird zunächst die zu überziehende Fläche durch einen Anstrich vorbereitet, der bei Holzgegenständen namentlich eine Verstopfung der Poren, überhaupt aber eine glatte Oberfläche erzeugen soll, und aus einer stark deckenden, öfters aufgetragenen Farbe, z. B. Bleiweissfarbe, besteht. Nachdem dieser Anstrich hart geworden, bringt man als eigentliches Klebemittel in einer einzigen dünnen Schicht den Grund (Goldgrund, Silbergrund) auf, der aus einem schnell trocknenden Leinölfirniss besteht, dem man eine Körperfarbe zugesetzt hat, die in der Nüanze derjenigen des aufzutragenden Metalls möglichst nahe steht (für Gold z. B. Ocker oder Chromgelb, für Silber Bleiweiss oder Zinkweiss etc.) Auf diesen Grund endlich legt man kurz vor dem vollständigen Austrocknen desselben die Metallblättchen, welche man mit einem feinen Pinsel oder Baumwolle gut andrückt. Bronzepulver wird desgleichen entweder mit einem Pinsel aufgetragen oder aus einem Beutelchen aufgepudert. Soll die Vergoldung einen hohen Glanz erhalten (Glanzvergoldung gegenüber der matten Vergoldung), so muss die Grundunterlage vorher aufs Feinste abgeschliffen und der Grund sehr dünn aufgetragen werden.

Die Leimvergoldung und Versilberung, welche nur auf Holzgegenständen anwendbar ist und bei Anfertigung von Rahmenwerk etc. so vielfach in Gebrauch steht, stimmt in dem Verfahren mit der Oelvergoldung etc. vollständig überein, nur dass man statt des Oelfirnisses Leimwasser nimmt, indem man zuerst mit warmem Leimwasser das Holz 2 mal zur Verstopfung der Poren tränkt (Leimtränken), dann 8—12mal mit weisser Farbe aus Leimwasser mit Kreide (Grund, Blanc) bestreicht und endlich das Klebmittel aufbringt, welches Poliment (Assiette, *Size*) genannt wird und aus einer dünnen klaren Leimlösung besteht, der man für Gold eine rothe oder gelbe, für Silber eine weisse Farbe zusetzt. Die rothe Polimentfarbe wird durch Zusammenreiben von 8 Th. rothem Bolus, 1 Th. Blutstein und 1 Th. Graphit mit wenig Oel, die weisse aus weissem Bolus oder Thon, die gelbe aus Chromgelb oder Ocker erhalten.

Das Poliment wird in 3 bis 4 Lagen mittelst Pinsel warm aufgetragen, nach dem Trocknen mit Leinwand gut abgerieben und dann mit den Metallblättern belegt, nachdem man es mit schwachem Branntwein oder Wasser wieder etwas angefeuchtet hat. Durch nachträgliches Poliren mit dem Blutstein oder Achat ertheilt man dem Belag einen hohen Glanz, der oft noch durch das Hellen (Vermeilloner), d. i. durch Auftragen einer schwach rothgelb gefärbten Flüssigkeit (Helle, Vermeil) vermittelst weicher Pinseln einen feurigen Goldglanz erhält. Die Helle wird durch Uebergiessen von Gummigutt und Drachenblut mit Weingeist erhalten. — Da ganz dünnes Leimwasser die Gold- oder Silber-Oberflächen matt macht, so werden nachträglich diejenigen Stellen, welche matt erscheinen sollen, mit dünnem Leimwasser oft mit Hilfe einer Schablone überstrichen (Mattiren, Mater). — Zur Hervorbringung gewisser erhabener Verzierungen, die ein nutz- oder

musterartiges Ansehen darbieten, beklebt man wohl grössere Flächen am Spiegelrahmen etc. vor dem Aufbringen des Poliments mit netzartigen Geweben, grober Gaze, weitmaschigem Tüll u. s. w.

Wenn zwar der nach obiger Vorschrift angebrachte Metallüberzug oder Bronzirung sehr fest sitzt, so ist derselbe doch so dünn, dass es in vielen Fällen erwünscht ist, denselben gegen Abnutzung zu schützen, indem man ihn mit einem Lack überzieht, wozu man am zweckmässigsten einen Weingeistfirniss oder Kopallack S. 453 nimmt.

b. Vermittelst des Aufschmelzens. Auf S. 22 ist bereits dargelegt, dass man durch Zusammenschmelzen verschiedener Metalle Legirungen erhält, welche eine solche Vereinigung dieser Metalle bilden, dass sie sich nicht mehr mechanisch trennen lassen. Die Erfahrung zeigt, dass eine ähnliche feste Verbindung auch schon oft dann entsteht, wenn man zwei verwandte Metalle von verschiedenem Schmelzpunkte gemeinsam auf die Temperatur erwärmt, bei welcher das eine Metall bereits schmilzt, während das andere noch vollständig fest bleibt. — Taucht man z. B. Kupfer in geschmolzenes Zinn oder Zink so lange ein, bis es die Temperatur geschmolzenen Zinns oder Zinks angenommen hat, so ist seine Oberfläche mit Zinn oder Zink überzogen.

Von dieser Eigenschaft der Metalle wird nicht nur eine wichtige Anwendung beim Löthen S. 401, sondern auch zum Ueberziehen eines Metalls mit einem anderen gemacht. Besonders werden auf diese Weise Kupfer, Messing und Eisen mit Zinn oder Zink überzogen (verzinnt oder verzinkt); mitunter auch Kupfer und Eisen mit Blei, und Eisen mit Kupfer.

Zur Beschaffung eines festen zusammenhängenden Ueberzuges durch Aufschmelzen ist vor allen Dingen eine rein metallische Oberfläche des zu überziehenden Gegenstandes erforderlich. Diese wird allgemein nach denjenigen Regeln und mit denjenigen Mitteln erhalten, welche beim Löthen S. 399 und beim Abbeizen S. 433 angegeben sind; also mittelst Einwirkung verdünnter Säuren oder gewisser Salze, Zinkchlorid, Salmiak u. s. w.

Zweitens muss der zu überziehende Gegenstand gehörig erwärmt und während des ganzes Prozesses gegen Oxydation und Aufnahme von Schmutz gesichert werden.

Endlich ist das aufzuschmelzende Metall in passenden Gefässen zum Schmelzen zu bringen und je nach der Gestalt und Grösse des Gegenstandes in verschiedener Weise über denselben zu vertheilen.

Einige Beispiele von Verzinnung und Verzinkung auf diesem sog. trocknen Wege mögen zur Erläuterung des oben Gesagten dienen.

Kupferne, messingene und schmiedeiserne Gefässe (Kochgefässe, Abdampfpfannen, Destillirapparate etc.) werden verzinnt, indem man sie gehörig rein gescheuert, mit einer ausreichenden Menge Zinn und Salmiak so lange über einem Kohlen- oder Gasfeuer erhitzt, bis das Zinn schmilzt und dann das letztere unter gehörigem Wenden und Drehen des Gefässes mittelst eines Wergbüschels in demselben herumfährt und schliesslich das überflüssige Zinn ausgiesst.

Gusseiserne Gefässe etc. nehmen wegen des Kohlenstoffgehaltes des Gusseisens das Zinn schwer an. Aus diesem Grunde ist es zweckmässig, sie vorher an der Oberfläche zu entkohlen oder in schmiedbaren Guss S. 119 zu verwandeln. Dann sind sie auf eben angegebene Weise zu behandeln.

Zur Darstellung der verzinnten Eisenblechtafeln (Weissblech, Fer blanc, *Tin plate*) ist in England folgendes Verfahren in Anwendung [1]).

---

1) Dingler's Journ., Bd. 173. S. 282.

Die Blechtafeln, welche in gewünschten Dimensionen zugeschnitten sind, werden zunächst in verdünnter Schwefelsäure abgebeizt (Nettoyage, *Cleansing*) und mit Sand und Wasser abgescheuert, sodann, um ihnen die Steifigkeit zu nehmen, bei Luftabschluss in gusseisernen Kästen (etwa 800 Bleche auf einmal) ausgeglüht. Die Glüh-Kästen stehen in grösserer Zahl in besonders gebauten Flammöfen etwa 12 Stunden lang bei Rothglühhitze. Nach langsamem Erkalten werden die Bleche sodann mittelst Polirwalzen glatt gewalzt, durch weiteres Ausglühen in gelinder Wärme von der hierbei entstandenen Härte wieder befreit und abermals 10 bis 12 Stunden gebeitzt in einer Kleienbeize (Lessive, *Lies*), welche erhalten wird, wenn man Kleie 10 bis 12 Tage lang in Wasser gähren lässt. Hierauf folgt eine dritte etwa einstündige Beize in verdünnter, lauwarmer Schwefelsäure, ein nochmaliges Scheuern mit Sand und Wasser. In diesem Zustande werden sie bis zur Verwendung unter reinem Wasser aufbewahrt.

Zum Verzinnen dieser Bleche dient sodann ein Apparat, der aus 6 gusseisernen Kesseln besteht, wovon jeder für sich geheizt werden kann. Der erste dieser Kessel (*Tinman's pot* [1]), welcher etwa 60 cm. Länge, 45 cm. Breite und 50 cm. Tiefe hat, ist mit geschmolzenem Talg gefüllt. In diesen wird ein Posten von 340 aus dem Wasser genommenen Blechen auf einmal eingetaucht und so lange darin gelassen, bis alle Feuchtigkeit verdampft und die Bleche gleichmässig mit einer Talgschicht überzogen sind. — Der zweite Kessel (*Tin pot*) ist 50 cm. lang, 45 cm. breit und 40 cm. tief und mit geschmolzenem Zinn gefüllt, das durch eine Talgschicht gegen Oxydation geschützt wird. Aus dem ersten Kessel kommen die Bleche in diesen zweiten und beharren darin so lange, bis die Oberfläche verzinnt ist, wozu etwa $1^1/_2$ bis 2 Stunden erforderlich ist. Nothwendig ist hier die richtige Temperatur des Zinns, die weder zu hoch noch zu niedrig sein darf, wenn eine gute Unterlage für die eigentliche Verzinnung gebildet werden soll, die nämlich in der dritten Pfanne (*Wash-pot*) vor sich geht, welche zu dem Zwecke 2 Abtheilungen besitzt. In die erste grössere werden nun die Bleche aus dem zweiten Kessel gebracht und nachdem sie gehörig verzinnt sind, einzeln herausgenommen, von einem Arbeiter mit Werg schnell abgerieben und eine kurze Zeit in die zweite, ebenfalls mit Zinn gefüllte, kleinere Abtheilung des dritten Kessels gesteckt, damit alle Unebenheiten, die beim Abreiben entstehen, beseitigt werden. Sodann bringt man die Bleche in den vierten Kessel (*Grease-pot*), der wieder mit geschmolzenem Talg von solcher Temperatur gefüllt ist, dass hier das überflüssige Zinn abschmilzt. In diesem Kessel bleiben sie etwa 10 Minuten, um dann in den fünften Kessel (*Cold-pot*) zu gelangen, der mit Talg von niedrigerer Temperatur gefüllt ist und in dem sie abkühlen. Endlich kommen die Bleche in den letzten sechsten Kessel (*List-pot*) in dem eine 6 bis 7 mm. hohe Talgschicht vorhanden ist. Indem man die Bleche mit derjenigen Kante, an der ein Zinnwulst (Tropfkante) sich beim Ausheben aus dem Talgtopf gebildet hat, in diese Talgschicht eintaucht, wird das angehängte Zinn so weit erwärmt, dass dasselbe zu schmelzen beginnt. Sobald dies eintritt, schlägt der Arbeiter mit einem Stab auf die obere Blechkante, wodurch das Zinn abgeschleudert wird, nur eine kleine, schmale Spur (Saum, Lisière, *List*) zurücklassend. Hiernach werden die Bleche mit einem Gemisch von Kreide und Kleie abgerieben und endlich mit Flanell abgewischt, sortirt und verpackt.

---

1) Polyt. Centr., 1869. S. 864.

Das deutsche Verfahren zur Fabrikation des verzinnten Bleches ist zwar viel einfacher als das englische, liefert aber auch durchschnittlich kein so vollendetes Produkt. Es besteht nämlich darin, dass die durch Beizen und Scheuern gereinigten Blechtafeln in Sätzen zu etwa 200 Stück (Pöstel), sofort in mit Talg bedecktes, geschmolzenes Zinn eingetaucht (eingebrannt), dann zu 25 herausgenommen und in Wasser abgekühlt werden. Nachdem auf solche Weise sämmtliche Tafeln aus der Zinnpfanne herausgenommen sind, wird diese durch eine eingeschobene, eiserne Scheidewand in zwei verschieden grosse Fächer getheilt und in das eine (grössere) Fach ein Satz der eingebrannten Tafeln gebracht. Letztere werden dann wieder einzeln herausgenommen und zum Abtropfen auf einen eisernen Schragen gestellt (Abbrennen). Hierauf gelangen die Bleche in die kleinere Abtheilung (Durchführen) zum Abtropfen, sodann, zum Wegschmelzen der Tropfkante, in eine niedrige Zinnschicht der Abtropfpfanne. Aus dieser herausgebracht, werden sie mit Werg abgewischt und endlich mit Kleie, Kreide und Wollenlappen abgerieben.

Zum Eintauchen und Ausnehmen der Bleche in die verschiedenen Pfannen sind mechanische Vorrichtungen vorgeschlagen [1]); ebenso zum gleichmässigen Vertheilen des Zinnüberzuges Walzen [2]).

Da es zum trocknen Verzinnen kleiner Gegenstände viel zu umständlich sein würde, diese einzeln dem Verzinnungsprozess zu unterwerfen, so sind Methoden entstanden, welche eine grosse Anzahl solcher kleinen Gegenstände auf einmal fertig machen lassen. Als Beispiel dieses Verfahrens mag Folgendes angeführt werden. Man schüttet die zu verzinnenden Gegenstände (Ringe, Kettenglieder, Nägel, Haken und Oesen, Fischangeln, Schnallen, Stifte etc.) nachdem sie gehörig abgebeitzt oder in der Scheuertonne abgescheuert und nachher gewaschen sind, mit Zinn und Salmiak oder Zinkchloridlösung in eine runde eiserne Trommel, die drehbar über einem Feuer angebracht, bis zum Schmelzpunkte des Zinns und dann solange gedreht wird, bis die Verzinnung stattgefunden hat.

Die trockne Verzinkung, welche fast nur auf Eisen angewendet wird, erfolgt auf dieselbe Weise, wie die Verzinnung, jedoch ausschliesslich durch Eintauchen der zu verzinkenden Gegenstände in Zink, das über seinen Schmelzpunkt hinaus in eisernen Trögen erwärmt ist. — Kleine Gegenstände (Nägel etc.) werden haufenweise in das geschmolzene Zink geworfen und nach kurzer Zeit mit Schaumkellen wieder herausgeholt. Das überflüssige Zink wird dadurch entfernt, dass man die Gegenstände mit Holzkohlenstaub bedeckt in einem Flammofen bis zur Rothgluth erwärmt und bis zum Erkalten gehörig durcheinander rührt.

c. Vermittelst Adhaesion in Folge starken Druckes. Das hierauf Bezügliche ist bereits S. 202 bei der Anfertigung plattirter Bleche und S. 451 bei eingelegter Arbeit erwähnt, worauf hier um so mehr verwiesen werden kann, als sich diese Methode, Metall-Ueberzüge zu erzeugen, auf die erwähnten Fälle beschränkt.

d. Vermittelst Adhaesion in Folge chemischer Affinität [3]). Auf gewisse Weise zubereitete Lösungen von Metallsalzen besitzen die Eigenschaft, sich durch andere eingetauchte Metalle so zu zerlegen, dass eine vollständige Reduktion ihrer Metalle entsteht und letztere auf erstere fest haftende

---

1) Polyt. Centr., 1860. S. 673; 1862. S. 172. — Dingler's Journ., Bd. 157. S. 124; Bd. 163. S. 414. Polyt. Centr., 1862. S. 693; 1865. S. 229. — Dingler's Journ., Bd. 175. S. 146. 3) Kaselowsky, Handbuch der Galvanoplastik. 2. Aufl. Stuttgart. 1876. — Muspratt-Kerl, Chemie. Galvanoplastik und die einzelnen Abhandlungen über Vergolden, Versilbern etc. — Karmarsch-Hartig, S. 434 etc.

Ueberzüge bilden, deren Entstehung also im Allgemeinen offenbar der chemischen Affinität zu verdanken ist, auch in dem Falle, wo die Bildung dieser Ueberzüge oder Niederschläge, also die Metallreduktionen mittelst eines galvanischen Stromes einen höheren Grad erreichen. — Aus dem Grunde sind solche Metallsalzlösungen vorzüglich geeignet, andere Metalle mit festen metallischen Ueberzügen zu versehen und daher ein höchst wichtiges Mittel für den in Rede stehenden Zweck.

Je nachdem die Bildung eines metallischen Ueberzugs auf diesem nassem Wege einfach durch Eintauchen des zu überziehenden Gegenstandes in die betreffende Lösung oder mit Hilfe des galvanischen Stromes veranlasst wird, kann man das ganze Verfahren wesentlich in zwei Arten zerlegen: in die Bildung eines Ueberzugs durch Kontakt oder durch galvanischen Niederschlag. In beiden Fällen ist zur Erzielung guter Resultate zunächst für die vollständige Reinheit der zu überziehenden Oberflächen und für die richtige Zubereitung der Lösungen Sorge zu tragen, wobei die letzteren sich wesentlich mit richten müssen nach denjenigen Metallen, die den Ueberzug erhalten sollen.

Zur Herbeiführung einer reinen Oberfläche genügen diejenigen Mittel vollständig, welche S. 433 unter Beizen zusammengestellt sind, oder bei solchen Metallen, die nicht abgebeitzt werden können, mechanische Reinigungsmittel (Schaben, Schleifen, Kratzen etc.) Nicht immer jedoch nehmen selbst vollständig reine Metalloberflächen andere Metalle an, wesshalb es mitunter wünschenswerth oder nothwendig ist, die Oberflächen noch in anderer Weise für die Aufnahme gewisser Metalle vorzubereiten, entweder durch eine Art Vorbeize oder durch Anbringung eines Ueberzuges von solchem Metall, welches als Vermittler wirkt. Aus diesem Grunde wird das Eisen zunächst verkupfert, verzinkt oder verzinnt, je nachdem es vergoldet oder versilbert werden soll. Kupfer und Kupferlegirungen erhalten einen äusserst dünnen Quecksilberüberzug, indem man die Oberfläche in eine Lösung von 4 gr. Salpetersaures Quecksilberoxyd mit 10 gr. Salpetersäure und 10 kg. Wasser (Quickwasser, Dissolution mercurielle, *Quick-water*) eintaucht oder mittelst der Kratzbürste damit abreibt.

Ueber die Anfertigung und den Gebrauch der zum Ueberziehen dienenden Flüssigkeiten mag in Folgendem soviel mitgetheilt werden, als für die gewöhnlich vorkommenden Fälle ausreicht.

1. Verkupfern[1]) (Cuivrer, *Coppering*). Die Verkupferung findet ausser auf Eisen und Stahl wohl auch auf Zink und Messing Anwendung. — Eisen verkupfert sich schon durch Eintauchen in eine kupfersalzhaltige Flüssigkeit. Eine auf diese Weise gebildete dickere Kupferlage haftet jedoch sehr schlecht, wesshalb da, wo ein dickerer Ueberzug erzeugt werden soll, folgendes Verfahren in Anwendung zu bringen ist. Man löst 750 gr. Seignettesalz und 400 gr. Aetznatron in 4 Liter Wasser und setzt dieser Lösung hinzu 175 gr. Kupfervitriol in 1 Liter Wasser aufgelöst. Die zu verkupfernden Gegenstände werden sodann mit Zinkdraht umwickelt, in diese blaue alkalische Flüssigkeit gehängt und darin 24 bis 72 Stunden liegen gelassen. Nach dem Herausnehmen werden dieselben abgewaschen, mit der Kratzbürste geputzt und mit Sägespänen getrocknet. — Zur Verkupferung von Zinn, Gusseisen, Zink und Messing vermittelst des galvanischen Stromes ist folgende Lösung geeignet: Schwefligsaures Natron 300 gr., Zyankalium 500 gr., Grünspan 350 gr., Ammoniak 200 gr., Wasser 25 Kg. Die Bereitung dieser Flüssigkeit erfolgt in der Weise, dass man

---

1) Dingler's Journ., Bd. 177. S. 40; Bd. 179. S. 372; Bd. 212. S. 431.

den Grünspan mit dem Ammoniak für sich in 5 kg. Wasser löst und der Lösung schwefligsaures Natron und Zyankalium in 20 kg. Wasser zusetzt.

2. Verzinnen (Étamer, *Tinning*). Eine Menge kleine Gegenstände aus Messing, Kupfer und Eisen (Stecknadeln, Ketten, Nägel, Ringe, Drahtstifte, Holzschrauben etc.) werden verzinnt, um ihnen ein silberähnliches Ansehen oder einen Schutz zu geben und zwar gewöhnlich durch das sogenannte Weissieden oder Ansieden (Blanchir, *Blanching*). Dieses besteht einfach darin, dass man die abgebeizten Objekte aus Messing und Kupfer ohne Weiteres, diejenigen aus Eisen oder Stahl, nachdem sie vorher durch Eintauchen verkupfert sind, in einer Mischung von 1 Th. gereinigten Weinstein, 3 Th. feingekörntes Zinn und 80 Th. Wasser, $1^1/_2$ bis 2 Stunden oder überhaupt so lange unter zeitweiligem Umrühren kocht, bis sie gehörig weiss erscheinen. Dann nimmt man sie mit einer Löcherkelle heraus, wirft sie zum Abspülen in reines Wasser und trocknet sie mit Sägespänen. — Das für das Weisssieden erforderliche Zinnpulver (Weisssud, Zinnsud) wird dadurch gewonnen, dass man geschmolzenes Zinn in eine mit Kreide ausgestrichene, hölzerne Büchse giesst und darin bis zum Festwerden gehörig schüttelt. — Ein anderes Verfahren[1]) kalter Verzinnung auf denselben Metallen besteht darin, dass man diese zunächst mit einer 5- bis 10prozentigen Lösung von Zinnchlorür, welcher etwas Weinstein zugesetzt wird, überpinselt und darauf mit einem Lappen oder Schwamme, der erst in dieselbe Flüssigkeit und dann in Zinnpulver eingetaucht ist, kräftig abreibt. Die Verzinnung tritt sofort hervor und verbreitet sich gleichmässig, wenn man von Zeit zu Zeit mit dem Lappen wieder etwas Zinnlösung und Zinkpulver aufnimmt. Die den Gegenständen noch anhängende Flüssigkeit etc. wird durch Abwaschen mit Wasser entfernt. — Zur galvanischen Verzinnung auf allen Metallen soll folgendes Bad sehr anwendbar sein. Man löst 5 kg. pyrophosphorsaures Natron oder Kali in 500 Liter Regenwasser, das sich in einem mit Zinn ausgeschlagenen Trog befindet, uud setzt nach und nach 600 gr. krystallisirtes oder geschmolzenes Zinnchlorür zu. Legt man die zu verzinnenden Gegenssände nun in diesen Trog, so hat man sie nur mit dem negativen Pol der galvanischen Batterie zu verbinden, um einen schönen kräftigen Zinnüberzug hervorzurufen.

3. Vernickeln[2]). Das Nickel, welches fast die Farbe, den Glanz und die Nichtoxydirbarkeit des Silbers besitzt, und sich aus seinen Salzlösungen sehr leicht und fest auf verschiedenen Metallen ablagert, hat dieser seiner Eigenschaften wegen neuerdings als Ueberzugsmetall eine hohe Bedeutung gewonnen und vielfache Verwendung gefunden. Eiserne Geräthe aller Art werden durch Nickel vollständig gegen Rost geschützt; Messing-, Neusilber- und Kupfer-Objecte bekommen ein silberweisses, auch bei Schwefeldünsten sich nicht änderndes Ansehen. Daher überzieht man jetzt nicht nur die Messingtheile physikalischer, chirurgischer und chemischer Apparate, Werkzeuge, Maschinenmodelle, Vorhängeschlösser, Schlüssel, Theile an Sattlergeschirren, Kaminverzierungen, Hähne etc., Schrauben, Nägel, sondern auch grössere, der Luftfeuchtigkeit stets ausgesetzte Maschinentheile an Locomotiven etc. mit Nickel. Die Vernickelung erfolgt entweder wie die Verzinnung durch Ansieden oder auf galvanischem Wege.

---

1) Polyt. Centr., 1871. S. 74. — Dingler's Journ., Bd. 198. S. 308. 2) Polyt. Centr., 1870. S. 1554; 1871. S. 1163 u. 1514; 1872. S. 616 u. 1494; 1874. S. 731; 1875. S. 1172. — Dingler's Journ., Bd. 199. S. 73; Bd. 204. S. 152; Bd. 206. S. 288; Bd. 212. S. 160; Bd. 217. S. 256; Bd. 219. S. 469; Bd. 222. S. 396. — Wagner's Jahresbericht, 1871. S. 191; 1872. S. 207; 1873. S. 196; 1874. S. 160.

Die erste Methode beruht auf der Einwirkung von Zink auf Nickelsalze bei Anwesenheit von Chlorzink und dem zu vernickelnden Metalle, und wird auf folgende Weise ausgeführt. Man bringt in ein genügend grosses Gefäss von Kupfer, Porzellan oder Steinzeug eine solche Menge konzentrirte Chlorzinklösung mit dem etwa doppelten Volumen Regenwasser, dass die eingelegten Gegenstände von der Flüssigkeit bedeckt werden. Sodann erhitzt man zum Kochen und fügt tropfenweise soviel Salzsäure hinzu, bis der entstandene Niederschlag verschwunden ist und darauf eine Messerspitze Zinkpulver. Hierauf setzt man soviel eines Nickelsalzes (Chlorid, Sulfat oder Kaliumnickelsulfat) zu, bis die Flüssigkeit deutlich grün aussieht, legt die zu vernickelnden Gegenstände nebst kleinen Zinkblechabschnitzeln oder Zinkdrahtstücken so ein, dass genügende Berührungspunkte dargeboten werden und lässt weiter kochen. Nach etwa 15 Minuten ist die Vernickelung erfolgt, wenn die Gegenstände gehörig rein und das Bad weder durch ausgeschiedenes basisches Zinksalz trübe noch durch freie Säure sauer war. Die vernickelten Objekte werden sodann gehörig mit Wasser abgespült und getrocknet, und mit Schlämmkreide geputzt.

Auf galvanischem Wege erfolgt die Vernickelung sehr schön in einem Bade, das einfach aus einer Lösung von schwefelsaurem Nickeloxydul in Ammoniak besteht, der man zur Erzeugung eines möglichst festen Ueberzuges einen Zusatz von essig-, wein- oder zitronensaurem Alkali giebt. Folgende Zusammensetzung ist empfehlenswerth. Man löst in 10 Liter destillirtem Wasser 500 gr. schwefelsaures Nickeloxydul-Ammoniak, 250 gr. schwefelsaures Ammoniak und 50 gr. Zitronensäure. Die Lösung lässt man eine 1/4 Stunde kochen und setzt so lange kohlensaures Ammoniak zu, bis die Lösung neutral geworden, und filtrirt. — Ein anderes eben so brauchbares Bad erhält man durch Auflösen von 4 Th. salpetersaurem Nickeloxydul in 4 Th. Aetzammoniak und Zusatz von 150 Th. Wasser, in welchem vorher 50 Th. saures schwefligsaures Natron gelöst war.

4. Vergolden (Dorer, *Gilding*)[1]). Die hervorragenden Eigenschaften des Goldes (hochgelbe feurige Farbe, Glanz, Unoxydirbarkeit an der Luft) sind schon von Alters her Veranlassung gewesen, unedle Metalle mit diesem Metall zu überziehen, um denselben eine Goldähnlichkeit zu geben und zwar meist auf dem Wege der nassen Vergoldung, wovon es wesentlich zwei Arten giebt, je nachdem man nämlich das Gold in Quecksilber zu einem Amalgam auflöst, oder als Chlorid in Lösung verwendet. — [Eine dritte Methode, wobei das Gold in fein vertheiltem Zustande aufgerieben wird, indem man Leinwand mit Goldchlorid tränkt, zu Asche verbrennt und, mit Essig angefeuchtet, auf dem zu vergoldenden Gegenstande herumreibt, liefert eine solche dünne und wenig dauerhafte Vergoldung, dass sie ausser Betracht bleiben kann.]

Zur Amalgam-Vergoldung wird zunächst dadurch ein Gold-Amalgam bereitet, dass man 1 Th. feines dünn ausgewalztes Gold in einem hessischen Tiegel bis zur Rothglühhitze erwärmt, mit 8 Th. vorgewärmtem Quecksilber übergiesst, einige Minuten unter Umrühren mit einem Eisendraht in dieser Wärme belässt und dann zum plötzlichen Abkühlen in kaltes Wasser giesst. Das so gewonnene Amalgam ist wenig goldreich und kann daher nur zu schwachen Vergoldungen gebraucht werden. Zu stärkeren Vergoldungen wird das überschüssige Quecksilber (am besten

---

1) v. Kulmer, die Kunst des Goldarbeiters. Weimar. 1872. S. 235 etc.

durch Sämischleder) abgepresst, wodurch der Goldgehalt sich so steigern lässt, dass auf 1 Th. Quecksilber 2 Th. Gold kommen.

Behufs der Vergoldung wählt man wenn möglich eine goldähnliche Unterlage z. B. Tombak [hier fälschlich Bronze genannt, daher Bronze-Vergoldung (Dorure sur bronze, *Wash-gilding)*, obwohl auch Kupfer, Silber, Eisen, Stahl auf dieselbe Weise Goldüberzüge erhalten]. Die zu vergoldenden Gegenstände aus Gelbkupfer oder Kupfer werden zunächst blank gebeizt S. 434 und mit Quickwasser so behandelt, wie bereits S. 460 angegeben ist. Dann wird das Amalgam mittelst einer feinen Messingdrahtbürste aufgetragen und über die ganze Oberfläche gleichmässig oder nach Bedürfniss verschieden dick aufgetragen.

Zur Entfernung des Quickwassers werden die mit Amalgam bedeckten Stücke sodann erst mit Wasser behutsam abgewaschen, darauf getrocknet und nun zur Verflüchtigung des Quecksilbers langsam erhitzt (Abrauchen, Passer, *Drying off)*. Dies geschieht gewöhnlich in der Weise, dass man die Gegenstände auf einen Drahtrost legt, der sich über glühenden Kohlen oder einer Gasflamme befindet, oder auch durch Halten über einer Spiritus- oder Gasflamme. Bevor das Quecksilber ganz verflüchtigt ist, reibt man das Amalgam oft noch einmal mit einer Borstenbürste ein, um eine gute Vertheilung desselben zu bewirken. Nach dem Abrauchen werden die Gegenstände mit Wasser abgewaschen, mit einer Kratzbürste und sehr verdünntem Essig und nochmals mit Wasser gewaschen und getrocknet.

Die Amalgam-Vergoldung, auch Feuer-Vergoldung (Dorure au feu) genannt, erfordert zu ihrer Anwendung auf Eisen und Stahl ein vorhergehendes Verkupfern dieser Materialien, während sie auf Silber von mehr als 75 % Silber selbst ohne Quickwasser angewendet werden kann. — Statt der Vergoldung mit Quickwasser soll namentlich auch auf Eisen durch Einreiben mit Natrium-Amalgam die Oberfläche für die Annahme von Gold so vorbereitet werden, dass durch ein rasches Auftragen von Goldchlorid und nachheriges Verjagen des Quecksilbers auf dem Herde oder über der Lampenflamme eine schöne Vergoldung entsteht.[1]) —

Die eigentliche nasse Vergoldung geht mit Hilfe einer galvanischen Batterie (Galvanische Vergoldung, Dorure galvanique, *Electro-gilding)* oder durch einfachen Kontakt so sicher vor sich, wenn die Vergoldungsflüssigkeit richtig dargestellt wird, dass sie die anderen Vergoldungsmethoden ziemlich überflüssig erscheinen lässt, da sie ausserdem noch den Vortheil bietet, dass man es bei ihrer Anwendung ganz in der Macht hat, beliebig dicke Niederschläge, also sehr schwache oder starke Vergoldungen zu erzeugen. Die Grundlage der Vergoldungsflüssigkeit bildet das Goldchlorid, welches man durch Auflösen von reinem (Dukaten-) Gold in Königswasser erhält, indem man 3,5 Th. Gold mit 50 Th. Königswasser bis zur Auflösung des ersteren in der Wärme stehen lässt, und sodann zur Verjagung der Säure auf einem Feuer oder einer Flamme so lange abdampft, bis die Lösung dick, flüssig und hyazinthroth erscheint. — Von diesem, nach dem Erkalten in nadelförmigen safrangelben Krystallen anschliessenden Goldchlorid wird dies Goldbad bereitet durch Auflösen von 40 Gr. Zyankalium in 1 Liter Wasser und Mischen mit 10 gr. in wenig Wasser gelöstem Goldchlorid und 2 gr. Ammoniakspiritus. — Oder man nimmt auf 1 Th. im Chlorid enthaltenes Gold zur Auflösung eine Flüssig-

---

1) Wagner's Jahresbericht, 1873. S. 168. — Polyt. Centr., 1872. S. 1624. — Dingler's Journ., Bd. 206. S. 419.

keit, welche aus 12 Th. gelbem Blutlaugensalz und 3 Th. Aetzkali in 120 Th. Wasser durch ein halbstündiges Kochen unter Ersatz des verdampften Wassers erhalten ist.

Zum Zwecke der Vergoldung werden sodann die auf's sorgfältigste gereinigten Gegenstände an einem Platin- oder vergoldeten Kupferdrahte in die Flüssigkeit gehängt und in den Strom der galvanischen Batterie eingeschaltet. In Zwischenräumen von 2 bis 4 Minuten werden sie so oft herausgenommen und mit Weinstein abgebürstet, bis die gewünschte Vergoldung entstanden ist. — Man erhält hierbei auf polirten Flächen eine Glanzvergoldung, auf matten Flächen eine matte. — Wenn man beim Auflösen des Goldes etwas Kupfer zusetzt, so wird die Vergoldung röthlich; ein Silberzusatz macht dieselbe grünlich.

5. Versilbern (Argenter, Argenture, *Silvering).* Auch das Silber wird aus ähnlichen Gründen wie das Gold sehr viel zum Ueberziehen verwendet und zwar auch in ähnlicher Weise wie dieses dazu vorbereitet, indem es als Amalgam und in Lösung gebraucht wird, wonach man Feuerversilberung (Agenture au feu) und nasse Versilberung unterscheidet.

Bei der ersten Methode wird genau so verfahren, wie bei der Feuervergoldung, nur dass man sich des Silberamalgams bedient.

Zu der nassen Versilberung, die auch die anderen Versilberungsmethoden ziemlich verdrängt hat, wenn sie mit Hilfe einer galvanischen Säule ausgeführt wird (Galvanische Versilberung, Argenture galvanique, *Electro-Plating, Electro-silvering)* wird der Silbersud bereitet, indem man zunächst 12 gr. Fein-Silber (16 gr. 12löthiges) in Salpetersäure löst, und mit Kochsalz als Chlorsilber ausfällt, letzteres gut auswäscht und wieder auflöst in einer Flüssigkeit aus 192 gr. gelbem Blutlaugensalz in 2,25 bis 2,5 kg. Wasser und 128 gr. Salmiakgeist. Die Mischung des Chlorsilbers mit letzterer Lösung, muss unter Ersatz des verdampften Wassers etwa eine Stunde kochen, dann erkalten und durch Filtriren von dem braunen Bodensatz befreit werden. — Nach einer anderen Vorschrift löst man 15 gr. Höllenstein in 0,5 bis 1,75 kg. Wasser und setzt sodann 15 bis 30 gr. Zyankalium in wenig Wasser gelöst zu, bis der weisse Niederschlag wieder verschwunden ist. Bei Anwendung dieser mit wenig Wasser hergestellten Flüssigkeit erhält man eine matte, im anderen Falle eine glänzende Versilberung.

Die zu versilbernden Gegenstände werden sodann in gleicher Weise wie bei der galvanischen Vergoldung behandelt.

IV. Konservirung des Holzes [1]).

Wie bereits S. 41 etc. hervorgehoben, besitzt das Holz einen Nahrungssaft, welcher aus Wasser und organischen, sowie mineralischen Substanzen besteht. Unter den organischen Substanzen befinden sich nun mehrere, welche, zu der Klasse der Proteïnkörper gehörend, unter gewissen Verhältnissen namentlich bei Gegenwart von warmer Feuchtigkeit und Luft sich leicht zersetzen und diejenigen Erscheinungen herbeiführen, welche

---

1) Bolley, Chem. Technol.: Mayer, Technol. des Holzes als Baumaterial., Braunschweig. 1872. — Gottgetreu, Phys. u. chem. Beschaffenheit der Baumaterialien. Berlin. 1874. Bd. I. S. 393. — Wagner, Handbuch der chem. Technol., Leipzig. 1871. 8. Aufl. S. 554. — Knapp, Lehrbuch der chem. Technol., Braunschweig. 3. Aufl. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 22. S. 162. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1874. S. 348. — Polyt. Centr., 1874. S. 942; 1875. S. 285. — Dingler's Journ., Bd. 211. S. 480.

als Fäulniss und Vermoderung bekannt sind und die Dauerhaftigkeit[1]) des Holzes sehr beeinträchtigen, indem sie ein vollständiges Zerfallen oder Zerstören desselben veranlassen. — Je nachdem diese Zersetzung in ununterbrochener Berührung mit Wasser oder nur in mehr oder weniger starker Feuchtigkeit stattfindet, unterscheidet man die Fäulniss im engeren Sinne oder nasse Fäulniss (Pourriture humide, *Wet-rot)* von der trockenen Fäulniss oder Vermoderung (Vermorschen, Trockenfäule, Verstocken, Pourriture sèche, Carie sèche, *Dry rot*). — Da die Ursache dieser Holzzerstörung aber in beiden Fällen hauptsächlich in der Anwesenheit des Saftes, sowie in dem Verhandensein von Feuchtigkeit zu suchen ist, so sind auch damit die Mittel angezeigt, welche zu ihrer Verhinderung führen können, nämlich:

1) vollständige Beseitigung der Saftsubstanzen,
2) Abschluss der Holztheile gegen Feuchtigkeit und Luft, nach Entfernung des Saftwassers.
3) Ueberführung der Saftsubstanzen in einen unlöslichen oder gährungsunfähigen Zustand.

1) Da die Beseitigung des Saftes auch oft stattfindet, um das Quellen und Verziehen des Holzes zu verhindern, so ist über die Mittel hierzu schon S. 45 etc. das Nöthige angegeben.

2) Wenn man das Holz vor seiner Verwendung austrocknet S. 45, so bleiben zwar S. 43 die festen Theile des Saftes zurück; dieselben können jedoch wegen Mangel an Feuchtigheit entweder gar nicht oder nur im Laufe einer langen Zeit eine für das Holz schädliche Zersetzung erfahren. Deshalb bietet das Austrocknen, zu dem die Mittel S. 44 bereits angegeben sind, ein vorzügliches Mittel zur Konservirung des Holzes und reicht in allen den Fällen aus, wo das letztere sich in trockenen Räumen befindet. Soll dasselbe jedoch in feuchten Räumen angewendet werden, so ist noch für die Fernhaltung der Feuchtigkeit vom Holze Sorge zu tragen, durch Ueberziehen mit solchen Substanzen, welche das Holz vollständig umkleiden oder die durch das Austrocknen geöffneten Poren verstopfen und dadurch zugleich die Luft abhalten. — Als Umhüllungen wendet man in einzelnen Fällen Blech (namentlich Bleiblech) oder Thon an. Mitunter begnügt man sich mit einfachen Isolirschichten aus Metallplatten, Zement, Asphalt etc. Am gebräuchlichsten sind aber für diesen Zweck Anstriche der verschiedensten Art S. 452, namentlich aber Leinölfirniss, Theer und Auflösungen von Harzen und harzähnlichen Stoffen in Benzin, Schwefelkohlenstoff u. s. w. — Da bei dieser Methode der Konservirung das Holz vollständig ausgetrocknet und nachher ebenso vollständig überzogen und stetig mit einem lückenlosen Ueberzug erhalten werden muss, so kann sie nur beschränkte Verwendung zumeist an zugänglichen Holztheilen finden, also im Innern von Gebäuden, an Umzäumungen, an Gartenmöbeln u. dergl.

3) Erfahrungsmässig werden die gährungsfähigen Stoffe, besonders also die Proteïnsubstanzen des Holzes durch Behandlung mit den Salzen der schweren Metalle dieser Fähigkeit beraubt, weil die letzteren mit den Proteïnstoffen unlösliche Verbindungen bilden, die sich dem Wasser gegenüber sehr indifferent verhalten. Da ausserdem diese Salze auf die Holzfaser selbst nicht einwirken sollen, so liegt es nahe, das Holz durch Tränkung mit den Lösungen derselben gegen das Verderben zu schützen. — Zu den

---

1) Nördlinger, Techn. Eigensch. der Hölzer. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing., 1869. S. 204. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1871. S. 165. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1871. S. 181. — Polyt. Centr., 1871. S. 1358. — Dingler's Journ., Bd. 207. S. 231.

Mitteln, welche die Fäulniss verhindern, gehören ferner noch als besonders wichtig, die empyreumatischen Substanzen, welche durch die trockene Destillation organischer Materie im Theer erhalten werden und namentlich als Kreosot, Karbolsäure ausserordentliche antiseptische Wirkung haben, zum Theil wohl dadurch, dass sie das Eiweiss koaguliren, zum Theil durch ihre wirklich lebentödtende Eigenschaft. Deswegen bilden diese Agentien ebenfalls eine Reihe wichtiger Konservirungsmittel auch für Holz.

Das auf dem Prinzip der Verwendung von Metallsalzen und antiseptischen Mitteln beruhende Holzkonservirungsverfahren wird das Imprägniren, Imprägnirung, Tränken (Injecter, Injection, *Steeping*, *Impregnation*) genannt. Von den zahlreichen in Vorschlag gebrachten Salzen haben nur ausgedehnte Verwendung gefunden: das Quecksilberchlorid (Sublimat), das Chlorzink, das schwefelsaure Eisenoxydul (Eisenvitriol) und das schwefelsaure Kupferoxyd (Kupfervitriol). Zum Eintreiben der aus diesen Salzen gemachten Lösungen in das Holz giebt es zwei Wege: entweder legt man das Holz in grosse hölzerne Gefässe, welche die Lösungen enthalten und lässt dasselbe bis zum genügenden Eindringen der Lösung darin; oder man bringt die Flüssigkeit unter Druck gegen das Holz. Da bei der ersten Methode, welche bei Anwendung von Sublimat nach ihrem Erfinder Kyanisiren genannt wird, die Lösung nur langsam und gewöhnlich nicht sehr tief einzudringen vermag, weil sich die Holzporen durch die geronnene Saftmasse schnell verstopfen, so ist sie nicht als die zweckmässigste hinzustellen. Wenn sie sich nichts destoweniger viel in Gebrauch befindet, so verdankt sie das lediglich ihrer grossen Einfachheit. — Wenn die Flüssigkeit tief eindringen soll, so kann das nur dadurch erreicht werden, dass man dieselbe eindrückt, entweder indem man die Poren des Holzes durch Aussaugen mehr oder weniger luftfrei macht und dann die Flüssigkeit zuführt oder indem man die letztere unter höherem Druck einpresst, oder endlich indem man beide Methoden verbindet. In allen diesen Fällen erreicht man seinen Zweck durch Anwendung entsprechend grosser, dichter Behälter (eiserne Kessel von der Form zylindrischer Dampfkessel), in welche das Holz, in der Regel auf Wagen, eingeschoben wird und die mit Saug- beziehungsweise Druckpumpen in Verbindung gebracht sind, welche letztere unter einem Druck von 7 bis 10 Atmosphären die Flüssigkeit in das Holz eintreiben.

Eine andere sehr viel besprochene Methode ist von Boucherie[1]) beruht auf dem hydrostatischen Gesetz; indem aus einem etwa 12 m. hoch aufgestellten Bottich die Salzlösung (Kupfervitriol von 2° Beaumé) vermittelst eines kupfernen Rohres in eine Kappe geleitet wird, welche die Hirnfläche des frisch gefüllten Stammes luftdicht umschliesst. Dadurch drängt sich die Flüssigkeit unter dem Druck ihrer 12 m. hohen Säule in den nicht entrindeten Stamm ein und schiebt den Holzsaft so lange vor sich her, bis sie selbst aus dem anderen Hirnende heraustritt.

Für die Tränkung des Holzes mit Kreosotöl oder dem schweren Theeröl sowie ähnlichen Flüssigkeiten wird das eben beschriebene Verfahren, nach welchem ein mit Holz gefüllter Kessel erst evakuirt und nach Zulassung der Imprägnirungsflüssigkeit mit hohem Drucke versehen wird, als das zweckentsprechendste erklärt und nach seinem Erfinder das Bethell'sche genannt.

Da die gährungsfähigen Substanzen auch durch starke Erhitzung gährungsunfähig werden, so beruht zum Theil hierauf die Wirkung der

---

1) Dingler's Journ., Bd. 177. S. 360; Bd. 191. S. 330; Bd. 211. S. 480; Bd. 213. S. 360.

Ankohlung oder Verkohlung, Karbonisirung des Holzes an denjenigen Theilen, welche mit Feuchtigkeit in Berührung, z. B. in die Erde kommen (Telegraphenstangen, Pfähle etc.) Ausserdem verdichtet die Kohle bis zu einem gewissen Grade die von aussen eindringenden faulenden Substanzen; und ferner kommt das beim Verkohlen eintretende Trocknen und die Bildung von kreosothaltigen Dämpfen, welche in dem Holze aufsteigen, als günstiges Moment in Betracht. Dem gegenüber steht aber die grosse Porosität der Kohle, die das Wasser nicht lange zurückhalten kann, die Bildung vieler Risse und Spaltungen und die Verminderung der Festigkeit, so dass man diesem Verfahren nur einen sehr untergeordneten Werth beimessen kann. Nichtsdestoweniger sind besondere Apparate zum Verkohlen ausgedacht [1]).

Endlich hat man sogar einen vollständigen Gerbeprozess vorgeschlagen [2]).

---

1) Armengaud, Publ. ind., 1874. S. 291. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1872. S. 103. — Polyt. Centr., 1873. S. 575. — Wagner's Jahresber., 1872. S. 824. — Dingler's Journ. Bd. 169. S. 237; Bd. 181. S. 42 u. 456. 2) Wagner's Jahresber., 1873. S. 868; 1874. S. 958.

Zweite Gruppe.

Spinnerei.

Erster Abschnitt.

Gewinnung und Eigenschaften der Spinnmaterialien[1]).

Die für die Textil-Industrie wichtigen Materialien werden nur dem Pflanzenreiche und dem Thierreiche entnommen.

Das Pflanzenreich liefert in den langgestreckten, biegsamen Zellen, welche aus der Haut mancher Samen und Früchte hervorwachsen oder das Gewebe des Bastes bilden oder in den Blättern als Blattfasern, in den Wurzeln als Wurzelfasern auftreten, eine ausserordentlich grosse Anzahl von spinnbaren Fasern, von denen sich jedoch bis jetzt nur wenige als wirkliches Spinnmaterial eingebürgert haben, während die grösste Zahl entweder gar nicht oder nur versuchsweise und vorübergehend oder zu einiger geringen, speziellen Verwendung für Spinnereizwecke gedient hat oder dient.

Die ersteren hier allein ausführlich in Betracht zu ziehenden Fasern sind: die Baumwolle, der Flachs, der Hanf und die Jute.

Auch das Thierreich bietet in dem Haar der Thiere, in dem Faden, den die Raupen zur Anfertigung ihrer weiten Umhüllungen fabriziren, in denen sie sich verpuppen, eine grosse Menge Faserstoffe, von denen auch nur einige besonders zum Verspinnen geeignet erscheinen. Es sind dies die Haare des Schafes (die Wolle) und der von der Seidenraube erzeugte Faden (die Seide).

A. Die Gespinnst-Fasern aus dem Pflanzenreiche.

I. **Baumwolle**[2]) (Coton, *Cotton*, *Cotton-wool*).

Die Baumwolle wird von einer Pflanze (Baumwollpflanze) gewonnen, welche zur Klasse der Malvazeen gehört, den botanischen Namen Gossypium führt und in verschiedenen Spezies, besonders in den Zonen zwischen dem 40. nördlichen und dem 30. südlichen Breitengrade vorkommt, bald als ein

---

1) Schlesinger, Mikroskopische Untersuchungen der Gespinnstfasern, Zürich 1873. — Vétillart, Etudes sur les fibres végétales textiles, Paris 1876. — Wiesner, die Rohstoffe des Pflanzenreichs, Leipzig 1873. — Schacht, die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe, Berlin 1853. — Wiesner, Mikroskopische Untersuchungen, Stuttgart 1872. — Karmarsch-Hartig, mech. Techn., Bd. II. 2) Ellison, Handb. der Baumwoll-Cultur und Industrie, Bremen 1869. — Techn. Lexikon, Bd. I. S. 308. — Techn. Encyklop., Bd. 21; S. 42. — Leigh, The science of modern Cotton spinning. 3. ed. Manchester 1874.

strauchartiges Gewächs von 1,25 bis 2 m. Höhe, bald als Staude und bald als 6 bis 7 m. hoher Baum. Danach unterscheidet man wesentlich die drei Spezies:

1) Gossypium herbaceum oder indicum, etwa 1,5 bis 2 m. hoch, welche namentlich in Ostindien, Aegypten und Kleinasien, ferner auf Malta, in Italien, (Sizilien, Neapel) und auch in Nordamerika gezogen wird, mit den Abarten G. micranthum, G. vitifolium, G. latifolium, G. tricuspidalum, G. purpurascens u. m. a.

2) Gossypium barbadense. Diese wird etwa 2 bis 5 m. hoch, wuchs ursprünglich auf Barbados und ist nach und nach in Westindien und Nordamerika die wichtigste Baumwollpflanze geworden, sowie in Afrika und Ostindien eingeführt. Auch gehört zu dieser Spezies die in Amerika überhaupt weit verbreitete G. hirsutum.

3) Gossypium peruvianum, s. acuminatum. Eine baumartige Pflanze von 3 bis 5 m. Höhe, welche vorzüglich in den südamerikanischen Staaten Brasilien, Peru, Ekuador, Kolumbia, Venezuela u. A. gedeiht.

4) Gossypium arboreum. Diese Pflanze gewinnt eine Höhe bis zu 7 m. und wird namentlich in Ostindien, China, Arabien, Aegypten, sowie in der Türkei, Griechenland, Italien und Spanien kultivirt.

An der Baumwollpflanze entwickelt sich die Frucht als eine Kapsel, welche in mehrere (3 bis 5) Fächer getheilt ist, in deren jedem sich eine Anzahl (3 bis 8) graue, dunkelbraune oder schwarze Samenkörner (Baumwollsamen, Graines de coton, *Cotton-seed)* entwickeln. Während dieser Entwicklung wachsen aus der Oberhaut der Körner lang gestreckte, dünnwandige Zellen heraus, welche nach und nach so lang werden, dass ihre Länge um etwa das 120 fache der Dicke übertrifft, so dass sie eine faserige Beschaffenheit annehmen. Diese Samenhaare bilden die Baumwolle.

Die Baumwollfaser ist demnach eine isolirte schlauchartige Pflanzenzelle, welche mit einer breiteren Basis an dem Samen sitzt und in eine feine Spitze ausläuft. Während des Lebens der Pflanze ist diese Zelle anfangs mit feinen Schleimklümpchen ausgefüllt, welche sich nachher zu einer schleimigkörnigen Flüssigkeit auflösen. Zur Zeit der Reife, wo das Leben der Zelle allmählich aufhört, haben die Haare durch ihr vollständiges Auswachsen eine solche Grösse erhalten, dass sie vermöge der Pressung die Kapseln zersprengen und aus derselben als wollige Masse herausquillen. In diesem Zeitpunkte trocknet die in den Fasern vorhandene Flüssigkeit aus und hinterlässt an der inneren Zellenwand einen gummiartigen Ueberzug. Indem bei diesem Austrocknen die zylindrische Zellenwand dem Luftdruck nicht zu widerstehen vermag, klappt die Zelle zusammen und bildet so den durch Fig. 359 a dargestellten charackteristischen Querschnitt, welcher zugleich erkennen lässt, dass die Faser die Beschaffenheit eines Bandes mit zwei auf den Langseiten herumlaufenden seichten Rinnen besitzt. — Da beim Aufbrechen der Samenkapseln die herausquillende Wolle ziemlich rasch austrocknet, aber wegen der nicht überall

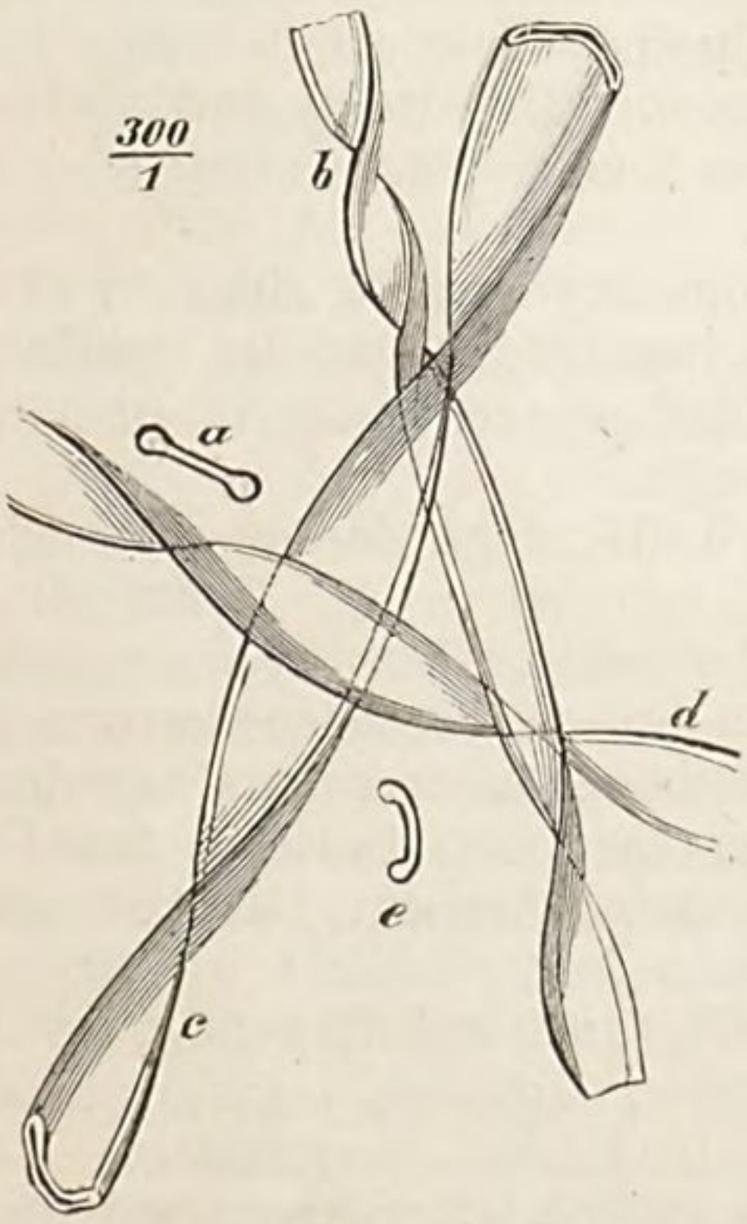


Fig. 359.

gleichen Dicke der Wand und wegen der ungleichmässigen Vertheilung der Schleimsubstanz nicht überall gleich schnell, so erfolgt ein Verwinden der Faser um ihre Achse und desshalb eine schraubenförmige Gestalt derselben als besondere und leicht erkennbare Eigenthümlichkeit wie Fig. 359 b, c, d zeigt. Mitunter findet auch ein rinnenartiges Aufrollen Statt, wodurch sich der Querschnitt c erklärt.

Besonders wichtig als Arbeitseigenschaft sind die Dimensionen der Baumwollfasern, welche nicht nur bei den verschiedenen Varietäten, sondern selbst bei einer Sorte ziemlich verschieden sind, in der Länge, z. B. zwischen 12 bis 53 mm. variiren. Eine Anzahl Baumwollfasern, die büschelförmig zusammenliegen und in dieser Anordnung die Länge oberflächlich erkennen oder taxiren lassen, heisst ein Stapel. Darnach theilt man die Baumwolle bezüglich ihrer Länge in langstapelige und kurzstapelige (Cotons à longue soie, C. à courte soie, *Long staple*, *Short staple)*. In der langstapeligen Baumwolle haben die Fasern eine Länge von mindestens 20 bis 38 mm., in der kurzstapeligen unter 25 mm. bis abwärts zu 15 mm.

Die Querdimensionen der Baumwollfaser sind der bandförmigen Gestalt wegen in Dicke und Breite sehr verschieden, indem die ersteren etwa 0,045 bis 0,082 mm., die letztere etwa 0,12 bis 0,42 beträgt. Sie bestimmen die Feinheit des Stapels, insofern als der Stapel am feinsten ist, der im Mittel die dünnsten Fasern enthält.

Für den Gebrauchswerth der Baumwolle entscheiden namentlich Farbe, Glanz, Festigkeit und Elastizität.

Die Farbe variirt zwischen gelblichweiss, bläulichweis, röthlichweiss, hellbraun und dunkelbraun. (Da die braune Baumwolle zur Anfertigung der ächten Nankings verwendet wird, so hat sie den Namen Nankingwolle oder Nankingbaumwolle erhalten.) Allgemein ist diejenige Baumwolle die geschätzteste, welche die weisseste Farbe besitzt.

Im Glanze sind auch Abstufungen vorhanden, indem manche Baumwollen einen hohen (Seiden-) Glanz haben, andere minder glänzend und wieder andere matt sind. Der Seidenglanz ertheilt den höchsten Werth.

Desgleichen ist die Festigkeit sehr wechselnd, wie ja das schon die verschiedenen Querdimensionen vermuthen lassen. Eine Reihe von Festigkeitsversuchen hat ergeben, dass zum Zerreissen einer Faser etwa 2,5 bis 4,5 gr. erforderlich sind.

Unter Elastizität versteht man hier die Eigenschaft eines in der Hand zusammengedrückten Wollbüschels sich nach Aufhebung des Druckes wieder auszudehnen. Mit Weichheit im Anfühlen gepaart ist die Elastizität, eine wünschenswerthe Eigenschaft der Baumwolle.

Im Handel sowohl als in der Spinnerei bedingt das Zusammentreffen mehrerer der oben genannten Eigenschaften den Werth der Baumwolle. Da diese Eigenschaften ausser von der Abstammung, aber besonders von den erzeugenden Ländern abhängen, so werden die verschiedenen Gattungen der Baumwolle nach den Produktionsländern benannt und dann mit den Güte-Abstufungen: Prima, Sekunda, Tertia; oder Prima, Kaufmannsgut und Ordinär; oder Prima, Kaufmannsgut, Mittel und Ordinär; oder (in England) *fine*, *good*, *good-fair*, *fair*, *middle fair*, *middle*, *ordinary*, *inferior;* oder *fine*, *good fair*, *fully fair*, *middling fair*, *good middling*, *middling*, *low middling*, *good ordinary*, *ordinary*, *inferior;* oder (in Deutschland oft) mit A, AB, B, BC, C, CD, E, EE bezeichnet.

Dem Vaterlande nach unterscheidet man gewöhnlich 1) Nordamerikanische, 2) Südamerikanische, 3) Mittelamerikanische oder Westindische, 4) Ostindische, 5) Levantische, 6) Afrikanische, 7) Europäische, 8) Australische.

Aus den vereinigten Staaten von Nordamerika kommen folgende nach den einzelnen Staaten benannte Gattungen.

1) Sea-Island auch lange Georgia genannt. Eine sehr langstapelige (28 bis 36 mm. lange), feine, gleichförmig entwickelte Baumwolle, mit einer gelblich weissen Farbe und hohem, seidenartigem Glanz. Sie wird namentlich auf den Inseln an der Küste Georgia's (auf Ossabaw, Sapelo, St. Simon, Tybee) von Gossypium Barbadense gewonnen. Der Vorzüglichkeit ihres Productes wegen hat die Stammpflanze der Sea-Island Baumwolle (G. barbadense) eine sehr grosse Verbreitung auch ausserhalb Amerikas gefunden.

2) Louisiana. Kürzer (20 bis 26 mm.) als die lange Georgia, auch gröber, von bläulich weisser Farbe und glänzend. Stammt von einer Varietät der vorigen.

3) Alabama oder Mobile. Glänzend weiss, von mittlerer Länge (18 bis 25 mm.) und Feinheit. Abstammung: eine Varietät von G. barbadense.

4) Florida oder Pensacola. Von grau gelber Farbe mit wenig Glanz, mittlerer Länge (18 bis 25 mm.), sehr kräftig, grob.

5) Tennessee (Aus dem Flussgebiet). Von weisslich grau brauner Farbe, ohne Glanz, von mittlerer Länge (17 bis 25 mm.) und grob.

6) Carolina, Upland, kurze Georgia, New-Orleans und Virginia sind ziemlich gleich. Von weisser, gering gelblicher Farbe, sehr wenig Glanz, mittlerem Stapel (17 bis 25 mm.) kräftig und grob. Abstammung: Varietät von G. barbadense.

Südamerika produzirt hauptsächlich folgende Gattungen:

7) Pernambuco (Fernambuk). Von gelblich weisser Farbe mit Glanz, sehr langstapelig (30 bis 38 mm.) und ziemlich fein. Stammt von einer Spezies G. peruvianum.

8) Bahia. Von 27 bis 35 mm. Länge, sonst gleich Pernambuco.

9) Maranham. Von 23 bis 30 mm. Länge, sonst gleich Pernambuco, nur etwas spröder.

10) Para. Glänzend weiss mit einem gelblichen Schimmer.

11) Maçeio. Der Para gleich.

12) Surinam. Glänzend weiss mit gelblichem Stich und langstapelig (25 bis 30 mm.)

13) Newkery (Nickerie). Der Surinam ziemlich nahe stehend. — Ebenso:

14) Demerary und 15) Berbice.

16) Cayenne. Auch in den Eigenschaften Surinam gleich, aber gewöhnlich sehr ungleich von Stapel und daher weniger geschätzt.

17) Varinas. Blassgelb, ziemlich langstapelig (20 bis 27 mm.), wenig glänzend, hart und spröde.

18) Barcelona. Schmutzig weiss, glänzend und langstapelig (22 bis 29 mm.), fein und fest, aber sehr unrein.

19) Caracas, 20) Porto Cabello, 21) Laguayra, 22) Valencia, 23) Cumana, 24) Injura, 25) Cartagena, 26) Lima, 27) Payta, 28) Piara. Sind sich ziemlich gleich, aber ohne grosse Bedeutung.

Die Baumwollengattungen Südamerikas stammen grösstentheils von den Abarten der G. peruvianum oder acuminatum.

Westindien liefert:

29) Domingo oder Hayti. Blass gelblich weiss, fast matt, von ungleichem Stapel (21 bis 28 mm.) aber fein.

30) Portorico. Mit Domingo ziemlich überstimmend.

31) Guayanilla. Glänzend weiss, langstapelig (25 bis 31 mm.), fein, weich und fest. Ist die beste Baumwolle aus Westindien und stammt von G. barbadense.

32) Cuba. Matt, blassgelb, von ungleichem Stapel (21 bis 28 mm.), rauh, hart und spröde.

33) St. Martin. Der Domingo sehr nahestehend.

34) Curaçao. Der Domingo ähnlich, aber von noch ungleicherem Stapel und grösserer Härte.

35) Jamaika. Schmutzig, gelblich weiss, langstapelig (25 bis 30 mm.), glänzend und zart.

36) Barbadoes, 37) Grenada. Der Guayanilla mehr oder weniger gleich.

38) Cariaevu und 39) St. Vincent sind blassgelb von sehr ungleichem Stapel, trocken, hart und unrein.

Die westindische Baumwolle wird zum Theil von G. barbadense, zum Theil von G. hirsutum und G. peruvianum gezogen.

Aus Ostindien stammen:

40) Manilla. Gelblich weiss, glänzend aber von ungleichem Stapel (16 bis 22 mm.)

41) Bengal. Weiss oder röthlich weiss, ohne Glanz, wenig fest, hart, rauh und kurz (13 bis 20 mm.)

42) Madras oder Tinevelly, steht Bengal sehr nahe, ist aber länger (20 bis 26 mm.)

43) Surate oder Bombay. Weiss mit graugelber Nüanze, ziemlich zart und glänzend, mit Mittel-Stapel (20 bis 26 mm.) Hierzu gehören noch die Sorten Toomel, Dhollerah, Dharwar, Broach, Misore, Belarum, Sheopoor, Sind (Scinde).

Die ostindischen Baumwollen stammen von G. indicum, sehr viele aber auch von einer Varietät, die aus Sea Island Samen gezogen ist.

Die Levante (die asiatische und europäische Türkei) liefert folgende Sorten:

44) Levantische. (Von den Inseln der asiatischen Türkei und Griechenlands, sowie von den Küsten Natoliens und Syriens). Von bläulich weisser Farbe, wenig glänzend, grob, kurzstapelig (18 bis 22 mm.) und wenig kräftig. Besondere Sorten hiervon sind Subudscha (Subuschak), die zyprische und Acre.

45) Smyrnische. Sämmtliche Baumwolle, welche in der Türkei etc. gebaut und über Smyrna in den Handel gebracht wird, führt den obigen Namen. Im Allgemeinen ist sie der levantischen gleich, aber noch kürzer (16 bis 20 mm.) Es gehören hierher namentlich: Kassabar, Kirkagadsch, Adena, Axar.

46) Mazedonische. Weiss, wenig glänzend, sehr grob und kurzstapelig (15 bis 20 mm.) Es zählen hierher Uschur (Uxur), Salonichi, Cantar, Taxili, Cira.

Die unter 44 bis 46 angeführte Baumwolle stammt grösstentheils von G. herbaceum.

Zu der levantischen Baumwolle wird in der Regel auch noch die aus Vorder-Asien, namentlich aus Persien kommende gerechnet, welche grosse Aehnlichkeit mit der ostindischen Baumwolle hat.

Afrika erzeugt Baumwolle in den nordöstlichen Ländern, namentlich in Aegypten, an der Nordküste (Tunis, Algier), sowie an der Westküste und am Kap der guten Hoffnung. Die wichtigsten Sorten sind:

47) Aegyptische oder alexandrinische. Röthlichgelblich weiss, sehr glänzend, fein und lang (27 bis 36 mm.), aber wenig fest. Es gehören hierher Mako, Jumel.

48) Senegal. Schmutzig weiss, sehr kurz (18 bis 22 mm.)

49) Bourbon. Von der gleichnamigen Insel, sowie den Seychellen. Graulichweiss, glänzend, wenig kräftig, langstapelig (20 bis 27 mm.), fein und weich.

Die aus Afrika kommende Baumwolle stammt von G. herbaceum, G. arboreum und deren durch Boden und Klimawechsel entstandenen Varietäten. In Aegypten wird namentlich auch der Samen von P. barbadense zur Kultur gebraucht.

In Europa wird wenig Baumwolle kultivirt und nach den erzeugenden Ländern oder Provinzen benannt.

50) Spanische. (Motril aus der Provinz Granada.) Von schmutzig gelber oder röthlicher Farbe, glänzend, hochstapelig (22 bis 30 mm.), sehr fein und fest.

51) Neapolitanische (Castellamare). Sehr weiss von Farbe, glänzend, fein, rein, sanft, lang, (20 bis 27 mm.), aber ungleich (20 bis 27 mm.) und wenig fest.

52) Sizilische (Bianca). Weiss, wenig glänzend, kurz (18 bis 22 mm.) und grob.

53) Maltesische. Ist entweder weiss oder braun (Nankingbaumwolle).

Die europäische Baumwolle wird fast ausschliesslich von G. arboreum gewonnen, mit Ausnahme der Nankingbaumwolle, welche von G. religiosum abstammt.

Australien bringt auch seit einiger Zeit Baumwolle hervor, welche grösstentheils aus Sea-Island Samen gezogen wird. Es gehört hierher:

54) Moreton Bay. Der Sea-Island Baumwolle sehr nahe, seidenartig, sehr lang (35 bis 40 mm.) und fest.

Je nach dem Masse des Zusammentreffens der guten Spinneigenschaften der Baumwolle, wodurch die Feinheit und Gleichmässigkeit des Gespinnstes wesentlich bedingt wird, pflegt man 8 Klassen zu unterscheiden und jede Klasse durch eine besondere Gattung von Baumwolle zu charakterisiren. Folgende Zusammenstellung enthält diese Klassen in absteigender Güte der Baumwolle:

1) Lange Georgia. — 2) Bourbon, Jumel, Portorico. — 3) Fernambuk. — 4) Louisiana. — 5) Karolina, kurze Georgia. — 6) Virginia. — 7) Surate. — 8) Bengal.

Zur Gewinnung der Fasern müssen dieselben von den Samenkörnern abgezogen werden; eine Operation, die das Egreniren (Egrener, Egrenage, Moulinage, *Ginning, Cleaning)* genannt wird und jetzt nur noch mittelst Maschinen (Egrenirmaschinen, Egreneuse, Machine à égrener, *Gin, Cotton-gin* [1]) ausgeführt wird. Die sog. Walzenegrenirmaschine *(Roller-gin)* besteht aus zwei glatten oder kannelirten, etwa 300 mm. langen und 20 bis 70 mm. dicken, hölzernen oder eisernen Walzen, welche horizontal über einanderliegen, durch eine Kurbel gedreht werden und einen solchen kleinen Zwischenraum haben, dass nur die Fasern der von der Seite zugeführten Frucht durchgehen, aber so fest geklemmt werden, dass sie sich von den Körnern abziehen, welche also zurückbleiben. — Unter den vielfachen Verbesserungen an diesen Maschinen, welche grösstentheils das

1) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 45. — Armengaud, Publ. ind., 1864. S. 261.

Eintreten der Samenkörner zwischen die Walzen zu verhindern und die Leistungsfähigkeit zu erhöhen bezweckten, ist namentlich die nach ihrem Erfinder benannte Mac-Carthy gin hervorzuheben. Dieselbe ist eine Modifikation der Walzenegrenirmaschine, insofern als sie nur aus einer, etwa 750 bis 1000 mm. langen und 100 mm. dicken, mit Büffelleder überzogenen Walze besteht, welche die Fasern von den in einem Rumpfe liegenden Körnern abzieht, während zwei Flachschienen, wovon die eine festliegt und die andere sich schnell auf und nieder bewegt, die Körner zurückhält und dieselben von den Fasern abschlägt.

In Fig. 360 ist eine Mac-Carthy gin neuester Konstruktion [1]) in einer Doppelanordnung, d. h. mit zwei Systemen dargestellt. Die Walzen A sind schraubenförmig mit Leder überzogen und ziehen bei ihrer Drehung die Wolle von dem Samen, der in den Rumpf B aufgegeben wird, ab und zwischen sich und dem festen Messer d durch, nach dem Raum f. Um die Achse C oszillirt nun, durch den Krummzapfen o und die Stange o p angetrieben, die Schiene a, um die Körner zurückzuschlagen, welche sodann vermittelst eines an dem Arm m sitzenden Draht-Rechens r durch den festen Rechen s hindurch und in den Raum e gedrückt werden. Die Zuführung des Materials ist bei dieser Maschine in einer Weise geregelt, dass eine Verstopfung nicht eintritt. Auf dem Boden des Rumpfes bewegt sich nämlich ein Schieber h hin und her, der mit Stacheln besetzt ist und abwechselnd links und rechts bestimmte Portionen nach den mit Drahtzähnen verschlossenen Schlitzen i drückt. Neben diesen Schlitzen befinden sich nun die krummen Finger k, welche durch eine Zahnstange m und Trieb t in Schwingung versetzt werden und dadurch die Baumwolle herausziehen und den Walzen überliefern. Die symmetrische Anordnung veranlasst eine Ausbalanzirung der Massen und dadurch neben der Doppelwirkung einen regelmässigen Gang der Maschine, welcher stündlich 60 bis 100 kg. Baumwolle egreniren soll.

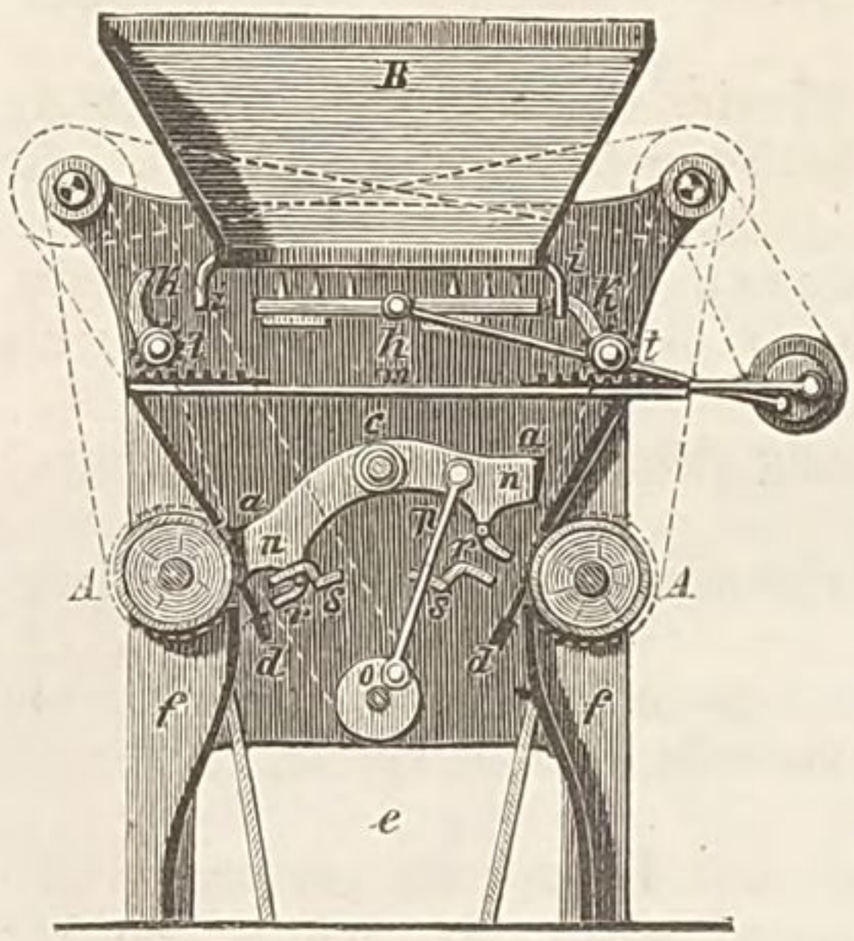


Fig. 360.

Bei dem zweiten System der Egrenirmaschinen kommen Kreissägen zur Anwendung, welche etwa 250 bis 300 mm. im Durchmesser halten und in grösserer Zahl (18 bis 20, selbst 50 bis 80) mit etwa 18 mm. Zwischenraum auf einer horizontalen, sich drehenden Welle sitzen und mit der gezahnten Peripherie durch einen Rost treten, um von den dahinter liegenden Samenkörnern die Wolle abzuziehen (Sägenegrenirmaschinen, Moulin sciant, *Saw gin* [2]). Eine Bürstenwalze bürstet dabei die Baumwolle fortwährend aus den Sägen aus.

Neuerdings hat man mit den Sägenegrenirmaschinen noch einen Reinigungsapparat verbunden, um mit Hilfe desselben die abgerissenen kurzen

---

1) Zeitschr. deutsch. Ing., 1874. S. 203. — Prakt. Masch.-Constr., 1873. S. 286. — Polyt. Centr., 1864. S. 1402; 1865. S. 34, 35, 785, 1120 u. 1329; 1874. S. 812. — Dingler's Journ., Bd. 205. S. 394; Bd. 209. S. 10. 2) Polyt. Centr., 1863. S. 1560; 1865. S. 598.

Härchen, den Staub, Sand, Samentheile etc. zu entfernen. Eine solche Maschine ist in Fig. 361 im Längendurchschnitt dargestellt. Dieselbe ist

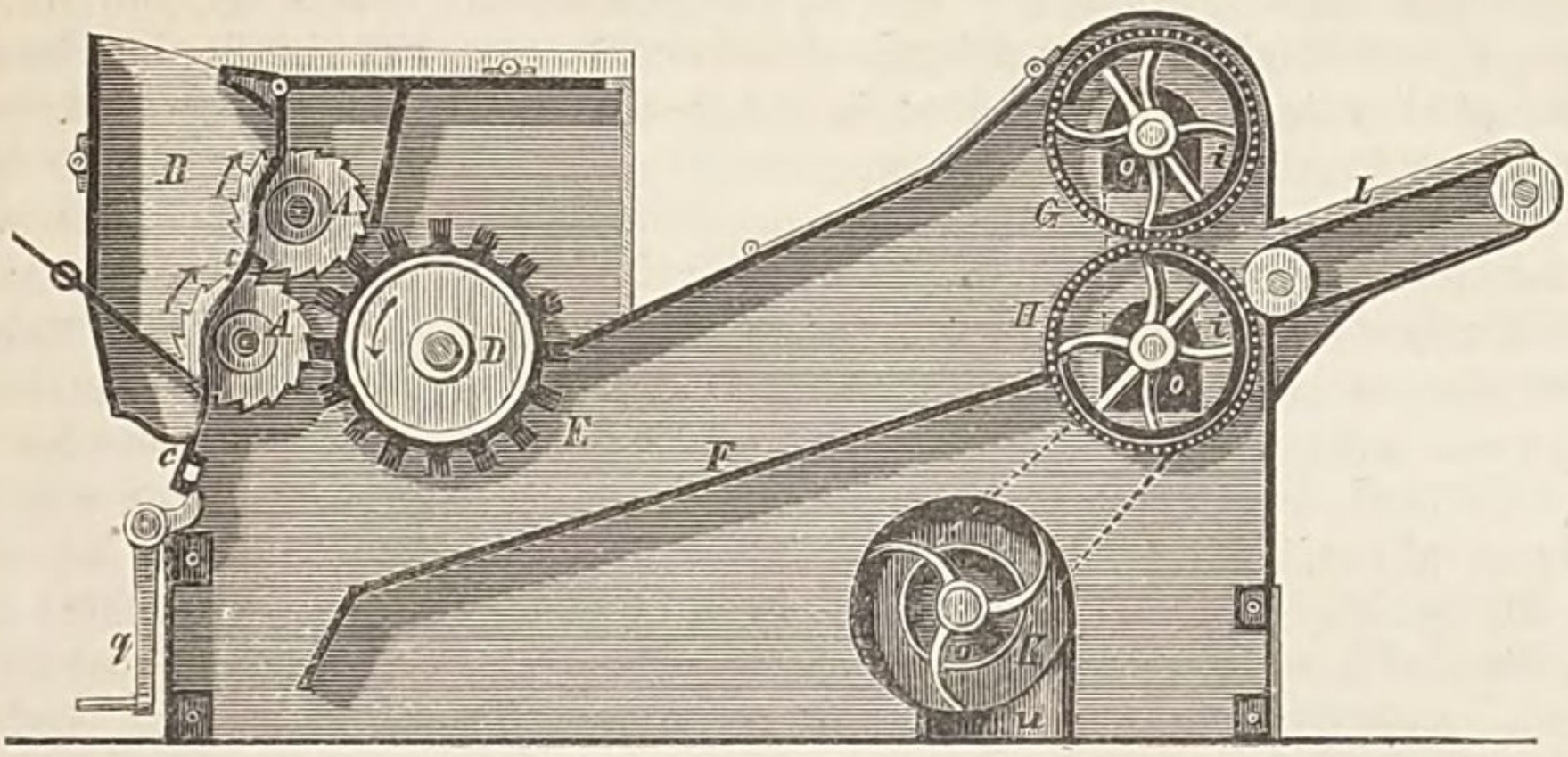


Fig. 361.

zur Doppelwirkung mit zwei parallelen Sägewalzen A A ausgestattet, welche sich in der Richtung der Pfeile mit etwa 100 Touren in der Minute drehen und dabei die Wolle aus dem Behälter B durch die Gitter C von den Samenkörnern abziehen. Die mit Bürsten besetzte Trommel D dreht sich etwas schneller als die Sägewalzen und nimmt daher die in den Zähnen sitzenden Fasern ab, um sie in den Raum E auf die ansteigende glatte Fläche F zu bringen, an deren oberem Ende sich zwei Trommeln G, H befinden, deren Mantel aus Drahtgewebe oder siebartig durchlöchertem Blech hergestellt sind. Diese Sieb-Trommeln bilden den Reinigungsapparat. Das Innere derselben steht nämlich durch seitwärts angebrachte Kanäle mit dem Exhaustor K in Verbindung, welcher durch die Wand o der Trommeln aus dem Raum E die Luft aussaugt, dadurch die Baumwolle gegen die Trommeln treibt und gleichzeitig die kurzen Haare, Sand etc. veranlasst, durch die Löcher in die Trommel zu fliegen, von den auf der Oberfläche zurückbleibenden Fasern sich also zu trennen und durch den Staubkanal u sich zu entfernen. Damit hierbei nicht von der anderen Seite zu viel Luft in die Trommeln gelangen kann, sind in denselben noch die auf den Achsen schwebenden Schutzplatten i angebracht. Durch eine langsame Drehung der Trommeln G, H werden die Fasern aus der Maschine, dann auf ein Tuch ohne Ende L und von hier in Körbe gebracht. Die zurückbleibenden Körner werden von Zeit zu Zeit aus dem Rumpf B durch Fortziehen einer schrägen Wand herausgelassen, soweit sie nicht schon an derselben herunter- und herausgleiten. Um für verschiedene Baumwollsorten die Sägen mehr oder weniger durch die Rechen C hindurch treten zu lassen, wird dieser vermittelst des Hebels q nach Bedürfniss gestellt. — Eine Sägenegrenirmaschine mit 80 Sägen fordert eine bewegende Kraft von 2 Pferdestärken und liefert täglich ungefähr aus 2500 kg. Rohmaterial, etwa 625 bis 675 kg., also 25 bis 27 Prozent reine Baumwolle.

Statt der Sägen wendet man auch einfache Stahlhaken an, welche zwischen Platten eingelöthet sind und die Wolle weniger beschädigen sollen [1]).

Da die Sägenegrenirmaschine besonders für kurzstapelige, die Mac-Carthy gin aber mehr für langstapelige Baumwolle geeignet ist, so haben beide Systeme fast gleiche Bedeutung.

---

1) Polyt. Centr., 1854. S. 1246.

Zum Zweck des Transportes wird die Baumwolle sodann in Ballen verpackt und der Raumersparniss halber mit besonderen Pressen gewaltsam zusammengepresst. Dadurch bildet die Baumwolle aus dem Ballen genommen, oft dichte, feste Klumpen, in denen die Elastizität der Fasern in Folge der lang andauernden Pressung fast ganz verloren gegangen zu scheint.

II. **Flachs** (Lin, *Flax*[1]).

Während die Baumwolle von der Natur als fertig ausgebildete, isolirte Zelle geliefert und durch die mechanische Operation des Egrenirens leicht gewonnen wird, ist die zum Spinnen vorbereitete Faser, welche den Namen Flachs führt, aus dem Zellengewebe oder Bast einer stengelartigen Pflanze, mühsam abzuscheiden.

Diese Flachspflanze (Leinpflanze, Lein, Lin, *Line)* gehört zur Familie der Lineen und führt den botanischen Namen Linum usitatissimum oder L. vulgare, da diese Art der genannten Familie allein im Grossen zur Gewinnung des Flachses gebaut wird. Der Stengel dieser krautartigen, einjährigen Pflanze ist gerade, nur oben ästig gespalten und mitunter bis 1 m., gewöhnlich aber nur 0,6 bis 0,8 m. lang. Er sitzt auf einer kleinen, dünnen Wurzel und treibt hellblaue (selten weisse) Blüthen, die sich zu einer Frucht entwickeln, welche in einer kugeligen Kapsel mit fünf Fächern besteht, in welchen gewöhnlich 10 braune, glänzende Samenkörner (Leinsamen, Leinsaat) sitzen. Im Querschnitt Fig. 362 lässt dieser Stengel leicht, wie jede einjährige Pflanze, drei Hauptschichten mit zwei Nebenschichten erkennen. Die innerste Schicht 1 ist das Mark, die zweite 2 bildet die Holzmasse, die dritte 3 eine Substanz, welche zur Holzbildung verbereitet ist, die vierte Schicht 4 ist das Nahrungszellengewebe «der Bast» und die fünfte 5 endlich die Oberhaut oder Epidermis.

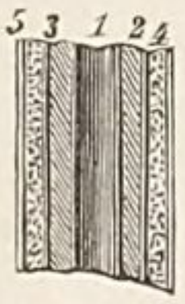


Fig. 362.

Der Bast (Herder, Filasse, *Harl*, *Lint)* ist demnach als ein langer Schlauch anzusehen, der aus lang gezogenen, parallel liegenden Zellen netzartig konstruirt ist, das feste Holz 2 umgiebt und von einer Decke 5 überzogen wird. Zur Gewinnung der Fasern ist also zunächst eine Trennung des Bastes von dem Holze und der Haut und sodann eine Auflösung des Fasergewebes in seine Fasern erforderlich.

Zur Zeit der Gelbreife, die man an dem Gelbwerden der unteren Stengelpartien und am Abfallen der Blätter erkennt, und die der vollen Samenreife vorangeht, liefern die Pflanzen den besten, zartesten Gespinnststoff und werden deshalb bei diesem Zustande mit den Wurzeln aus der Erde gezogen (Raufen, Rupfen, Ziehen, Aufziehen). Unmittelbar nach dem Raufen wird der Flachs nach der Länge oberflächlich sortirt von den Samenkapseln (Leinknoten, Coiffe de lin, *Bolls)* befreit, indem man ihn durch einen aufrecht stehenden, eisernen Kamm zieht, dessen 24 bis 30 viereckige Zähne etwa eine Länge von 300 mm. haben, nach oben mit stumpfer Spitze auslaufen und mit ihren Diagonalen so in einer Linie stehen, dass sie etwa 3 mm. Zwischenraum lassen. Der eiserne Körper dieses Kammes (Reffkamm, Riffelkamm, Grège, Drège, *Rippling-comb*, so genannt nach der Operation: Reffen, Riffeln, Raffen, Reffeln, Drèger, *Rippling)*, besteht aus einem quadratischen Eisenstab von

---

1) Techn. Encyklop., Bd. 23. S. 77. — Keurenaer, die Flachsbereitung in Holland, Berlin 1872. — Renouard. Etudes sur le travail des Lins, Paris 1874.

15 mm. Seite, der an den Enden zu Spitzen ausgeschmiedet, umgebogen und mit den Zähnen nach oben in einen Holzklotz (Reffbaum) eingeschlagen wird, wie das S. 236 Figur 270 B. gezeichnete Dübeleisen. Indem der Arbeiter eine Handvoll Flachs in den Reffkamm einschlägt und mit dem Wurzelende voran durchzieht, werden die Kapseln abgestreift und deren Inhalt weiter zum Oelschlagen oder zur Aussaat verwerthet, in welchem letzteren Falle der Lein jedoch vollständig gereift sein muss, entweder vor dem Aufziehen auf dem Stengel oder nach dem Aufziehen durch Nachreifen. Zum Nachreifen stellt man den aufgezogenen Flachs solange in Kapellen *(Stooks)* d. h. doppelreihig dachförmig zusammen, bis er lufttrocken geworden ist. — Die zum Riffeln vorgeschlagenen Maschinen [1]) sind wenig in Aufnahme gekommen, weil sie das Absondern des Unkrauts nicht zulassen und das Sortiren erschweren.

Der gereffte und an der Luft getrocknete Flachs, welcher die Namen Flachs im Stroh, Rohflachs, Strohflachs, Flachsstroh (Lin en paille, L. en bois, L. en chaume, Paille de lin, *Flaxstraw)* führt, enthält etwa 20 bis 27 Prozent Bast, also rohe Fasern, neben 73 bis 80 Prozent Holz und anderen Substanzen. Diese Fasern hängen nun einerseits mit dem Holze, andererseits mit der äusseren Hülle durch Zwischenschichten zusammen, welche wesentlich aus pflanzenleimartigen Substanzen gebildet werden, die mit dem Extraktivstoff sowohl das Holz als den Bast durchdringen, so zwar, dass das Holz davon etwa 20 und der Bast 48 Prozent enthält. Demnach besteht der Rohflachs im Mittel aus 60 Prozent Holz, 12 Prozent Fasern und 28 Prozent anderen Stoffen.

Um nun die Trennung des Bastes von dem Holze zu bewirken, ist zunächst das Verbindungsmittel zu beseitigen und nach Aufhebung dieser Verbindung eine Entfernung des Holzes von dem Baste zu bewerkstelligen. Die Beseitigung des Verbindungsmittels kann naturgemäss nur durch Auflösung, Zerstörung oder Umwandlung desselben geschehen, während die Entfernung des vom Bast abgelösten Holzes auch durch mechanische Hilfsmittel zu erreichen sein muss.

1. Rotten.

Die verbindende Substanz besteht nun zum grössten Theil aus Pflanzenleim oder Pektose, welche in Wasser nicht, dahingegen in Alkalien löslich ist und durch, selbst sehr verdünnte Säuren oder durch einen Gährungsprozess in eine wasserlösliche Verbindung «Pektin» übergeführt werden kann. Indem deshalb eine einfache Behandlung mit Wasser die Auflösung nicht ermöglicht, muss man entweder durch Anwendung von alkalischen Laugen, Säuren oder einen Gährungsprozess zunächst die Umwandlung der Pektose in Pektin veranlassen. — Es mag hierbei jedoch bemerkt werden, dass der zwischen den Zellen des Bastes liegende Leim mehr Pektose zu enthalten scheint, als der den Bast mit dem Holz verklebende, in dem mehr wasserlösliche Substanz vorhanden ist, weshalb der erstere der Einwirkung chemischer Reagentien mehr und länger widersteht, als der andere.

Wenn zwar alle drei Agentien in Verwendung stehen, so verdient doch der Gährungsprozess zuerst hervorgehoben zu werden, weil er die Grundlage desjenigen Verfahrens ist, welches unter dem Namen Rotten (Rösten, Rötten, Röten, Weichen, Rouir, Rouissage, *Retting, Rating)* als das älteste und verbreitetste bekannt ist.

---

1) Dingler's Journ., Bd. 132. S. 62.

Die gewöhnliche Methode des Rottens oder die «Rotte» besteht in der Hervorbringung einer Art Gährung dadurch, dass man den Flachs in entsprechenden Gefässen und bei einer bestimmten Temperatur längere Zeit mit Wasser bedeckt liegen lässt: Wasserrotte, Wasserröste (Rouissage à l'eau, *Water retting*, *Watering*, *Steeping*). — Eine zweite Methode ist in der Beobachtung begründet, dass die Gährung auch, aber sehr langsam verläuft, wenn man die Atmosphärilien Luft und Regen oder Thau darauf einwirken lässt (Luftrotte, Luftröste, Thaurotte, Landrotte (Rouissage à la rosée, R. sur terre, Rosage, Serénage, *Dew-retting*). — In manchen Fällen werden diese beiden Methoden vereinigt angewendet, so dass zuerst eine Wasserrotte und darauf eine Thaurotte ausgeführt wird (Gemischte Rotte, Rouissage à la méthode mixte, *Mixed Retting*).

a. Wasserrotte. — Zur Wasserrotte werden zunächst wo möglich in der Nähe des Erntefeldes Gruben in die Erde gegraben, welche etwa 2,75 bis 3,65 m. Breite, 18,5 m. Länge und 1,25 m. Tiefe haben (Rottegruben). Um sie wasserdicht zu erhalten, werden sie entweder in Thon angelegt, oder später mit Thon ausgeschlagen. In diese Gruben bringt man den Flachs und zwar in Bündeln von 120 bis 150 cm. Durchmesser (die mit Strohseilen locker umwickelt sind) so ein, dass er mit den Wurzeln nach unten schräg aufwärts zu stehen kommt. Nachdem sodann durch Bedecken mit Brettern und Beschweren dieser mit Steinen oder Rasen (mit der Grasseite nach unten) der Flachs gegen das Auftreiben gesichert ist, wird die Grube soweit mit, wo möglich weichem, Wasser gefüllt, dass der Flachs damit vollständig bedeckt ist. Nach einiger Zeit beginnt nun eine Gährung, in Folge derer sich die gährungsfähigen Substanzen unter Bildung von Essigsäure zersetzen, welche letztere sodann die Umwandlung der Pektose in Pektin zu veranlassen scheint. Gleichzeitig entsteht kohlensaures Gas, das sich in kleinen Blasen an die Stengel setzt und den Auftrieb derselben bewirkt, dem durch weitere Beschwerung der Deckbretter entgegen getreten werden muss. In weiterem Verfolg dieser Zersetzung, nach einigen Tagen, bilden sich Ammoniak, Kohlenwasserstoffgas und Schwefelwasserstoffgas, Produkte, welche ein Zeichen der Fäulniss sind. Beim Eintritt dieser Erscheinungen darf die Untersuchung des Flachses nicht versäumt werden, damit man den Prozess rechtzeitig unterbrechen kann. Man nimmt zum Zwecke der Untersuchung ein Bündel aus verschiedenen Stellen der Grube heraus, öffnet es und sieht, ob Schleim in der Mitte desselben erscheint und ob der Flachs sich beim Griff weich anfühlt; in diesem Falle steht das Ende des Prozesses bevor. Wenn sich endlich die Stengel mit einem leicht abzustreifenden, grünlichen Schleim bedeckt haben und wenn sich beim langsamen Biegen und Hinziehen über den Finger der holzige Theil des Stengels leicht von der Faser trennt und aufspringt, ist die Rotte als beendet anzusehen. Da alsdann eine Fortsetzung des Zersetzungsprozesses auch den Leim zerstören würde, der die Zellen zusammenhält, dies aber nicht in der Absicht liegt, weil die Faser hierdurch nicht nur unansehnlich braun wird, sondern auch bis zum Unbrauchbarwerden an Festigkeit und Sanftheit verliert (welche Erscheinung das Ueberrotten oder Verrotten heisst), so muss das Probenehmen häufig d. h. am Schlusse der Rotte mehrere Male täglich vorgenommen werden. Sobald sich dann die Zeichen für die Vollendung der Rotte einstellen, ist dieselbe zu unterbrechen. In der Regel geschieht dies durch Herausnehmen des Flachses aus der Grube, Abtropfenlassen und Trocknen. Sehr rathsam ist es jedoch, den Flachs unmittelbar nach der Rotte und

vor dem Trocknen mit reinem Wasser abzuspülen. Da diese Spülung am zweckmässigsten in der Rottegrube selbst stattfindet, so legt man, wenn es das Terrain etc. gestattet, die Rottegruben so an, dass man das gebrauchte Wasser leicht aus denselben oben oder unten ablassen und frisches Wasser unten oder oben zulassen kann. Läuft das Wasser dann klar und farblos ab, so sind die Flachsbündel herauszunehmen und zum Trocknen an einen luftigen Ort zu bringen oder bei günstiger Witterung auf dem Felde auszubreiten.

Zufolge der allgemeinen Bedingungen, unter welchen die Gährungen stattfinden, ist zunächst unter sonst gleichen Verhältnissen die Temperatur von einem Haupteinfluss, indem erfahrungsmässig eine Wärme von 15 bis 35° C. diesen Prozessen am günstigsten ist. Daher erklärt es sich, dass die Rotte verschieden lange Zeiten zur Vollendung bedarf, dass die Dauer nur obenhin als Massstab für dieselbe dienen kann und dass kaltes Wetter sie verzögert, warmes sie beschleunigt. Doch kann man etwa 5 Tage für eine kurze und 14 Tage für eine lange Dauer annehmen. — Wird während der Rotte das Wasser nicht erneuert, so sammelt sich darin Wärme an; die Rotte im stehenden Wasser muss also schneller verlaufen, als wenn das Wasser von Zeit zu Zeit erneuert wird, oder wenn es beständig ab und zuläuft (Rotte in fliessendem Wasser). — Hieraus ergiebt sich die Zweckmässigkeit einer Einrichtung, die das Rotten in stehendem und fliessendem Wasser gestattet (gelbe Rotte in Belgien so genannt, weil der Flachs hierbei eine hellgelbe Farbe annimmt). Dann wird zur schnellen Einleitung des Prozesses zuerst im stehenden und zum Zwecke eines sicheren, leicht erkennbaren und daher die Gefahr des Verrottens weniger herbeiführenden Fortganges des Prozesses in fliessendem Wasser geröstet.

Das Einbringen des Flachses in die Gruben geschieht entweder unmittelbar nach dem Raufen und Reffen oder erst nach längerer Zeit z. B. im Frühling wenn der Flachs im Herbst aufgezogen war. Die letzte Methode verdient, wenn es sich um die Gewinnung eines weichen Flachses handelt, den Vorzug, denn es vollzieht sich während der längeren Aufbewahrung des getrockneten Flachses eine Vorbereitung zur Gährung, die auf den Verlauf derselben von sehr günstigem Einflusse ist, und eine besonders gute Faser liefert. — Vor dem Einbringen in die Rotte ist es höchst empfehlenswerth eine Sortirung der Stengel nach Länge, Dicke und Reife vorzunehmen, um so eine gleichmässige Rotte erzielen und möglichst gleichwerthige Produkte zusammenliegend erhalten zu können.

Der Verlauf der gewöhnlichen Wasserrotte ist in hohem Grade von Witterungsverhältnissen abhängig und daher ziemlich schwer und umständlich zu leiten. Namentlich aus diesem Grunde wird die Rotte sehr oft in besonderen Anstalten (Flachsbereitungsanstalten) ausgeführt, in denen nicht nur die Beaufsichtigung des Prozesses leicht ist, sondern die auch grade deshalb die Verwendung höherer Temperaturen des Rottewassers und somit eine grosse Beschleunigung dieser Vorbereitungsarbeit zulassen. Wegen der Benutzung eines Wassers, das auf 20 bis 30° C. erwärmt wird, nennt man diese Rotte die Warmwasser- oder auch die Schenck'sche oder amerikanische Rotte[1]). Zur Ausführung derselben benutzt man gewöhnlich hölzerne Kufen von ovaler Form, etwa 4 m. lang, 2,75 m. breit, also mit 10 □m. Bodenfläche, und 1,5 m. Höhe. Selten werden aus Mauerwerk oder Zementguss hergestellte Gruben verwendet.

---

1) Berliner Verh., 1851. S. 89. — Polyt. Centr., 1851. S. 1381; 1854. S. 867; 1874. S. 128. — Dingler's Journ., Bd. 123. S. 59; Bd. 133. S. 55.

Etwa 100 mm. über dem Boden dieser Kufen wird ein Lattenboden zur Aufnahme des Flachses angebracht. Der Flachs muss der bequemen Handhabung wegen zu Bündeln gebunden werden, welche durchgehends 5 kg. wiegen und wovon 80 bis 90 Stück in eine Kufe gehen. Des gleichmässigen Röstens halber werden die Flachsbündel mit den Wurzelenden nach unten eingesetzt und zur Verhinderung des Auftreibens mit einem starken Lattendeckel bedeckt, welcher durch querüber gelegte, durch Bügel gesteckte hölzerne Stangen von 13 cm. Höhe niedergehalten wird. Nach dem Einsetzen wird der Bottich mit Wasser gefüllt, das durch Dampfröhren, welche zwischen den Böden liegen, allmählich auf die gewünschte Temperatur erwärmt wird. Die gewöhnlich angewandte Wärme beträgt 27° C., nur bei den schwächeren Sorten begnügt man sich mit 21 bis 24° C. — Als Dauer der Rotte kann man im Mittel annehmen: 7 Tage bei 21°; 6 T. b. 24°; 5 T. b. 27°; 4 T. b. 29°; 3 T. b. 32°; 2 T. b. 35°. — Nach Vollendung der Rotte, die man durch Knicken und Ablösen der Fasern vom Holze erkennt, lässt man zunächst das Rottewasser durch einen Hahn am Boden ablaufen und sodann zum Auswaschen frisches Wasser zulaufen, das mitten über dem Boden einströmt und durch ein im Bottich stehendes, bis an die obere Kante reichendes Rohr abfliesst. Nach diesem Waschen setzt man den herausgenommenen Flachs zum Trocknen in luftige Schuppen oder legt ihn ausgebreitet auf Rasen. Mitunter, wenn auch selten, wird künstliche Wärme zum Trocknen zu Hilfe genommen. — Es wird empfohlen, den Flachs vor dem Trocknen unter Zulaufenlassen von Wasser durch eine Walzenpresse *(Wet rolling)* [1]) gehen zu lassen, um die schleimige Masse auszudrücken. — Dass man bei der Warmwasserrotte sowohl im stehenden als im fliessenden Wasser rotten und die hiermit verbundenen Vortheile erreichen kann, bedarf kaum der Andeutung. — Eine Rotte, welche auf gewaltsame Weise die Zerstörung der Bindemittel durch Anwendung von Wasserdampf [2]) oder kochendem Wasser in sehr kurzer Zeit bewirken soll, ist deshalb verwerflich, weil der Flachs bei einer Temperatur über 50° hart und spröde wird. — Eine ausgezeichnete Weichheit und Geschmeidigkeit sowie eine silbergraue Farbe soll jedoch der Flachs in der in Belgien üblichen sog. blauen Rotte erhalten, die darin besteht, das man die Zwischenlagen zwischen den Flachsbündeln mit Grubenschlamm ausfüllt (daher auch Schlammrotte), in den man Erlenlaub einstreut.

b. Thaurotte. — Diese Rotte wird in der Weise ausgeführt, dass man den Flachs in dünnen Lagen auf Wiesen oder abgemähten Feldern ausbreitet und von Zeit zu Zeit umwendet, bis man, wie oben angegeben, am Bruche des Stengels das Ende des Prozesses erkennt. Dann wird der Flachs wieder in Kapellen, oder pyramidalen Haufen zum Trocknen aufrecht hingestellt. Der höchst langsame Verlauf des Gährungsprozesses fordert für die Thaurotte einen grossen Zeitaufwand, der bei günstiger, warmer, feuchter Witterung 14 Tage, bei ungünstiger Witterung wohl 10 Wochen beträgt. Deshalb, und weil der Wind den ausgebreiteten Flachs oft durcheinander oder gar weg treibt, ist diese Rotte wenig in Anwendung, trotzdem sie das Ueberrotten leicht vermeiden lässt und dem Flachs eine sehr weisse Farbe giebt.

c. Gemischte Rotte. — Bei der gemischten Rotte wird der Flachs zuerst der Wasserrotte und dann der Thaurotte unterworfen. Man erzielt daher neben der Schnelligkeit den Erfolg der Thaurotte, d. h. einen weissen,

---

1) Polyt. Centr., 1854. S. 602. 2) Polyt. Centr., 1854. S. 536 — Dingler's Journ., Bd. 133. S. 59.

zarten Flachs, ohne die Gefahr des Verderbens, welche bei der Wasserrotte so gross ist. Man lässt nämlich den Flachs in der Regel nur so lange in Wasser rotten, bis sich unter Entwicklung der stinkenden Gase der Beginn der Periode heftiger Gährung anzeigt. Sodann nimmt man ihn aus dem Wasser und unterwirft ihn der Thaurotte wie oben. Beide Perioden umfassen dann etwa eine Zeit von 2 bis 5 Wochen. — Die Sicherheit des Erfolges bei der gemischten Rotte lässt sie als die empfehlenswertheste aller Rotten erscheinen, wenn es auf die Erzeugung vorzüglicher Fasern mehr, als auf Ersparniss an Arbeit ankommt.

Der Vorschlag, statt der beschriebenen Rotten, die Auflösung des Pflanzenleimes durch Kochen mit alkalischen Laugen, Holzasche, Seifenlösungen, Wasserglas u. s. w. zu bewerkstelligen, hat keine günstige Aufnahme gefunden, theils wegen der Kostspieligkeit des Verfahrens, theils wegen der Gefahr, die Ueberrottung oder harte Fasern zu bekommen. Wohl wird dies Verfahren jedoch angewendet, um den bei den späteren Operationen entstehenden Fasernabfall zu verwerthen, indem dieser durch eine solche Behandlung in kurze baumwollartige Fasern zerlegt wird.

2. Risten, Brechen, Boken, Botten [1]).

In Folge des Rottens ist im Flachs nicht nur das Bindemittel zwischen Bast und Holz zerstört, sondern das letztere in einer Weise ausgelaugt, dass es die natürliche Geschmeidigkeit, Biegsamkeit und Zähigkeit in einem solchen Grade verloren hat, dass es nach dem Trocknen mürbe und leicht zerbrechlich ist. Man kann daher die Holztheile des gerotteten Flachses (Rotteflachs, Rösteflachs, Lin naisé, *Steeped flax*, *Ret-flax*) durch Knicken ohne grosse Mühe in kleine Theile zerbrechen und diese aus dem Bastschlauch, der sich auch der Länge nach nunmehr spaltet, entfernen. Schon von altersher hat man durch die angedeutete Operation den Flachs von dem Holze befreit. Schon von altersher hat man zur Befreiung der Flachsfasern vom Holze die angedeutete Operation angewendet und dieselbe naturgemäss in zwei Manipulationen vorgenommen, wovon die erste das Zerknicken, die zweite das eigentliche Beseitigen des Holzes bezweckt, und die entweder gleichzeitig oder nacheinander ausgeübt werden können.

a. Zieht man ein Bündel (Riste, Reiste, Poignée, *Strick)* Flachs, welches man mit beiden Händen an den Enden festhält, über eine stumpfe Schneide hin und her, indem man es stark gegen diese Schneide drückt und so ablenkt, dass es stets gebogen wird, so findet ein kontinuirliches Knicken und ein Zerbrechen in sehr kleine Holztheile Statt, welches begleitet wird von einem Abstreifen der zerbrochenen Holztheile, welche den Namen Schäbe (Schäwe, Agen, Annen, Acheln, Chévenotte, *Awnchaff)* führen. Diese Methode, welche das Risten oder Reiben genannt wird, vermag also das Knicken und Abstreifen gleichzeitig herbeizuführen.

b. Legt man eine Flachsriste auf eine Anzahl stumpfer Schneiden, welche rostartig neben einander liegen und drückt sie durch ein zweites ähnliches System von Schneiden in die Lücken des Rostes ein, so werden die Stengel an den Kanten der Rost-Stäbe zerknickt. Bei dieser Operation findet allein ein Knicken und nur ein gelegentliches Abfallen der Schäbe Statt. Aus diesem Grunde wird sie als das eigentliche Knicken oder Brechen (Brecheln, Braken, Racken, Broyer, Broyage, Teiller, Macquer, *Breaking*, *Braking)* angesehen und benannt.

---

1) Grothe, Ueber die Bearbeitung des Flachses, Berlin 1871.

c. Wenn man den Flachs auf eine ebene Fläche bringt und von oben her zusammenpresst, so wird offenbar ein Plattdrücken der Stengel und somit ein Knicken in der Längenrichtung, also ein Spalten der Holzröhre eintreten. Da nun beim Risten und Brechen das Knicken wesentlich nur in der Querrichtung eintritt und daher ausser der bedeutenden Kraft, auch wegen der häufigen Biegungen, eine ungebührliche Behandlung des Flachses, besonders das Abreissen von Fasern zur Folge hat, so ist die in Rede stehende Manipulation, welche das Boken genannt wird, nicht nur zum Knicken allein, sondern auch zur Unterstützung beim Risten und Brechen zu verwenden.

d. Geschieht beim Boken das Zusammendrücken mit Hilfe einer drückenden Fläche, welche eine zickzackähnliche Form hat, also mit Rippen versehen ist, so findet neben dem Spalten auch ein Knicken in der Quere statt. Daher kann diese Abart des Bokens, welche den Namen Botten (Broyer) führt, das Knicken in besonders schonender Weise vollziehen.

Zur Ausführung der angegebenen Manipulationen, welche auf vier Grundmethoden zurückzuführen sind, bedient man sich entweder Handwerkzeuge oder besonders konstruirter, mechanischer Vorrichtungen, welche durch Menschenhand oder durch Thier- und Elementarkräfte in Betrieb gesetzt werden.

1. Risten. — Zu dieser Arbeit bedarf man eines sehr einfachen Werkzeuges, des sog. Ristebocks (Reibebocks). Derselbe besteht aus einem Brette von 300 bis 370 mm. Breite; 25 bis 30 mm. Dicke und 750 mm. Länge, welches fest aufrecht steht und am nach oben gekehrten schmalen, horizontalen Ende keilförmig zugeschnittenen und mit Blech beschlagen ist. Beim Gebrauch nimmt der Arbeiter eine Riste Flachs in die Hände und zieht sie über die Kante hin und her. Ein grosser Uebelstand bei diesem Verfahren liegt im Zersausen des Flachses, wodurch viel Abfall entsteht und darin, dass die Flachsenden sich der Bearbeitung fast entziehen.

2. Brechen. Das zum Brechen des Flachses mit der Hand allein in Anwendung stehende Werkzeug ist die Brecke (Flachsbreche, Handbreche, Brake, Broie, Brisoire, Mâchoire, Tillotte, Macque, *Brake*), welche, wie Fig. 363 zeigt, in einem aus den drei Holzstäben a (Messern) zusammengesetzten Rost besteht, der mit dem festsehenden Untertheil L die Lade bildet und dem beweglichen Theil M, dem Deckel oder Schlägel, der aus zwei Messern b konstruirt wird und sich um den Bolzen c dreht. Die Messer erhalten eine Länge von 600 mm., eine Breite von 80 bis 100 mm. und eine Dicke von 15 mm., sowie einen Abstand von 25 bis 30 mm. Zum Brechen nimmt der Arbeiter eine Riste Flachs in die linke Hand und legt sie bei aufgehobenem Deckel quer über die Lade, so dass zuerst das Wurzelende auf das Messer zu liegen kommt. Darauf schlägt er den Deckel mit der rechten Hand kraftvoll nieder und zieht nun unter fortwährendem Niederstossen die Riste durch, so dass die Spitzen zuletzt bearbeitet werden. Indem bei jedem Stoss die Flachsstengeln an 5 Stellen geknickt werden, zerbricht das Holz in solche Theile, dass schon

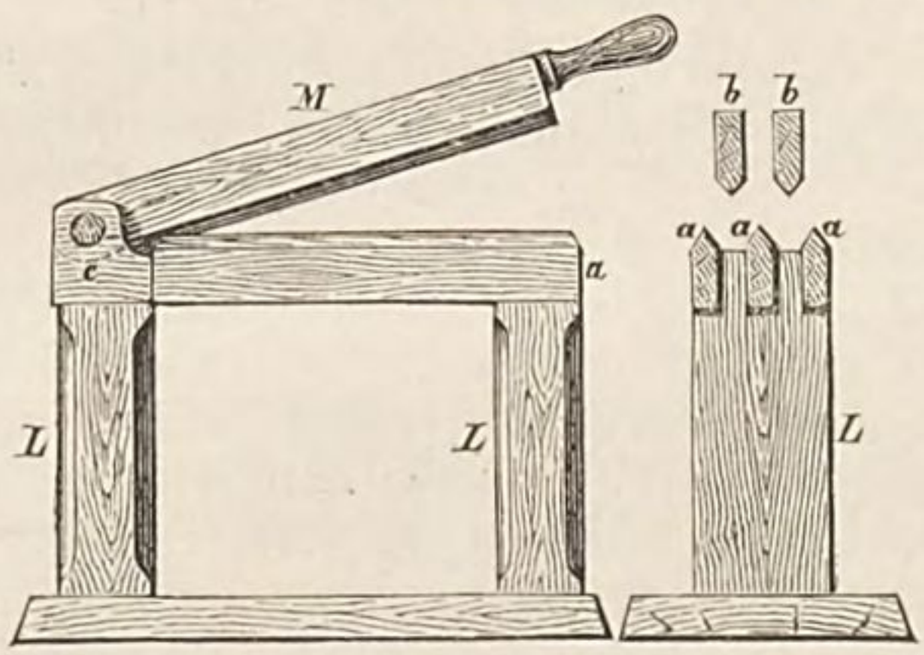


Fig. 363.

der grösste Theil der Schäbe ausgeschüttelt wird. — In der Regel wendet man jedoch gern zwei Brechen hintereinander an, wovon die erste wie oben beschrieben, die zweite (Schleppracke, Schrubbreche) aber mit schärferen, oft aus Eisenblech gebildeten Messern konstruirt ist, durch die auch der Flachs nur hindurch gezogen wird, um noch mehr Schäbe abzustreifen. —

3. Boken. Das Boken kann seiner Natur nach nur durch lange fortgesetzte Bearbeitung das Holz so zerschlagen, dass es sich leicht aus den Fasern entfernen lässt. Desshalb dient es in der Regel auch nur dazu, das Material zum Brechen vorzubereiten und findet daher sowohl vor dem ersten als auch vor dem zweiten Brechen Statt. Zum Boken mit der Hand (Klopfen, Blauen, Bleueln) legt man den Flachs auf das Hirnende eines abgesägten Holzblockes und schlägt ihn unter öfterem Umwenden entweder mit einem 1,5 bis 2 kg. schweren hölzernen Hammer oder einer hölzernen Keule (Boker, Poker, Blauel, Bleuel). — Steht eine entsprechende Kraft zu Gebote, so wählt man zum Poken zweckmässig ein Stampfwerk (Pokmühle, Bokmühle), welches 4 bis 6 nebeneinanderliegende Stampfen (Pilon, daher Piler und Moulin à piler) besitzt, die der Reihe nach etwa 400 mm. hoch, 50 bis 60 (bei kleinen Hubhöhen auch 120 bis 150) mal in der Minute durch Daumlinge gehoben werden und auf den Flachsballen, der entweder auf einer festen oder wenn auch selten, selbstthätig sich verschiebenden [1]) Unterlage aus Holz oder Stein liegt. — Eine abgeänderte Anordnung zum Boken besteht in einem schweren Hammer von Holz, der wie ein Schwanzhammer S. 147 bewegt wird [2]).

4. Botten. — Diese Operation wird vermittelst des Botthammers (Marteau) ausgeführt, welcher entweder ein grosser hölzerner, mit gekerbter Bahn (Blauel, Treite) ist, oder der aus einem flachen gekerbten Holzstück a Fig. 364 besteht, das an einem 1,03 m. langen, krummen Stiel b sitzt. Beim Gebrauch der Treite legt man den Flachs wie beim Boken auf einen Holzklotz oder einen Stein und schlägt so darauf, dass die Kerben rechtwinklig zu der Stengelrichtung fallen. Bei Anwendung des Botthammers dahingegen wird der Flachs auf der Dreschtenne ausgebreitet und geklopft. Diese letzte Methode, welche besonders in Belgien einheimisch ist, macht das Brechen des Flachses überflüssig und liefert ein vorzügliches Produkt.

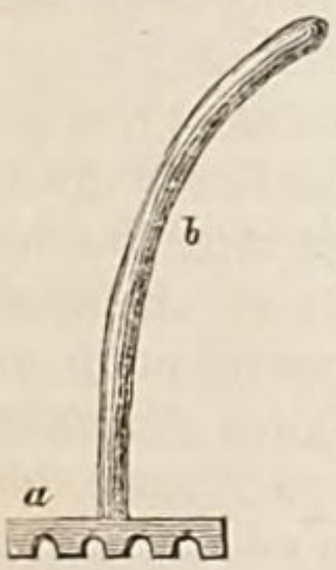


Fig. 364.

Brechmaschinen [3]). — Unter den Geräthen und Werkzeugen zum Knicken des Flachses ist die Breche das hervorragendste und gebräuchlichste, da sie die grösste quantitative und bei geschickter und aufmerksamer Handhabung auch eine gute qualitative Leistung gestattet. Desshalb hat man auch wohl bis jetzt das der Breche zu Grunde liegende Prinzip hauptsächlich für die Konstruktion von Maschinen zum Zweck des Flachsknickens (Brechmaschine, Flachsbrechmaschine, Knickmaschine, Broie mécanique, Machine à broyer, M. à teiller, *Braking machine, Breaking m.)* angenommen. Die Brech-

---

1) Polyt. Centr., 1860. S. 1091. 2) Berliner Verh., 1828. S. 244. 3) Techn. Encyklop., Bd. 23. — Armengaud, Publ. ind., V. 3 S. 392. V. 16. S. 325. — Polyt. Zeitschr., 1873. S. 564. — Prakt. Masch. Constr., 1873. S. 333 u. 348. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 385. — Polyt. Centr., 1857. S. 1627; 1861 .S. 1049 u. 1363; 1862. S. 497 u. 1342; 1863. S. 371, 1300, 1338 u. 1618; 1867. S. 899; 1868. S. 809; 1869. S. 705; 1870. S. 661: 1873. S. 1340. — Dingler's Journ., Bd. 132. S. 179; Bd. 146. S. 339; Bd. 160. S. 353; Bd. 161; S. 74; Bd. 166. S. 19; Bd. 169. S. 154; Bd. 170. S. 173; Bd. 183. S. 444; Bd. 186. S. 292; Bd. 192. S. 366; Bd. 210. S. 85.

maschine besteht daher dem Wesen nach aus Theilen, welche wie Lade und Deckel der Breche zusammenarbeiten und demnach gekerbt oder geriffelt sind. Die gekerbten Flächen können dabei verschiedene gegenseitige Beschaffenheiten und relative Bewegungen erhalten, wonach folgende Systeme entstanden:

1) Beide Flächen sind gerade, wie bei der Handbreche und bewegen sich auch zangenartig oder wie ein Stampfwerk, entweder indem die eine Fläche ruht oder indem sich beide gegeneinander bewegen.

2) Die eine Fläche ist gerade, die andere bildet den Mantel eines Zylinders oder eines Kegels, der über die feste, grade Fläche oder über den die letztere wegrollt.

3) Beide Flächen bilden gekerbte Zylinderflächen und wälzen sich auf einander, indem sie sich beide um die Zylinderachsen drehen.

4) Die eine Fläche ist gerade und bewegt sich auf und nieder, wie der Deckel der Breche, die andere Fläche ist ein Zylindermantel, der sich unter der ersteren drehend herbewegt.

5) Die Flächen sind grade und bilden Flächen ohne Ende, welche sich ununterbrochen von je zwei Zylindern abwickeln und im Augenblicke, wo sie die Zylinder verlassen, gegen einander treten.

6) Die eine Fläche bildet den Mantel eines Hohl-Zylinders, die andere den eines massiven Zylinders, der sich auf der Hohlfläche wälzt.

Da es zur Herbeiführung einer guten quantitativen Leistung sehr günstig ist, eine möglichst ununterbrochene Bewegung zu erzielen, so liegt es nahe, dass die nach dem ersten Prinzip konstruirten Maschinen wenig in Aufnahme gekommen sind. Doch ist die hier auftretende Wirkung des Schlagens auch bei Maschinen der anderen Systeme bisweilen zu Gunsten derselben in Anwendung gebracht.

Nach dem System 2 sind mehrere Konstruktionen [1]) ausgeführt worden. Die wichtigste darunter ist folgende [2]). In einem sich um eine Vertikalachse drehenden horizontalen Rahmen liegen vier abgestumpfte, kannelirte Kegel, mit den Spitzen der Rahmendrehachse zugekehrt, so dass ihre gemeinschaftliche obere Berührungsebene eine horizontale Ebene ist und die Kegelachsen sich also nach aussen hin, etwas abwärts neigend, in der Drehachse schneiden. Ueber diesen Kegeln liegt eine horizontale, ebenfalls kannnelirte Platte, deren Kerben mit denjenigen der Kegel korrespondiren. Indem nur der die Kegel tragende Rahmen um die vertikale Achse in Drehung versetzt wird, wälzen sich die Kegel an der unteren Fläche der genannten Platte und brechen den von oben durch Oeffnungen in dieser Platte eingehaltenen Flachs.

Das System 3 ist am häufigsten zur Konstruktion von Brechmaschinen angewendet und zwar in verschiedenen Modifikationen, gewöhnlich aber so, α. dass mehrere Paare kannelirter, sich drehender Walzen nach und nach den Flachs zwischen sich fassen und brechen, oder β. dass mehrere kleinere Walzen um eine grössere Walze angeordnet sind, durch die Drehung der letzteren mitgenommen werden und den eingelegten Flachs knicken.

Wenn ein Flachsstengel zwischen die Riffeln eines Walzenpaares geschoben und geknickt wird, so rücken die Endpunkte des Stengels um eine Grösse zusammen, welche von der Tiefe und der Zahl der Riffeln abhängt, die den Stengel fassen. Da der Stengel aber beim Eintritt in das zweite Paar schon zusammengedrückt und auch zum Theil vom Holze

---

1) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1869. S. 15. 2) Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1869. S. 22. — Polyt. Centr., 1869. S. 705. — Dingler's Journ., Bd. 192. S. 366.

befreit ist, so tritt er tiefer in die Furchen ein. Hierdurch wird jedoch auf die Fasern ein ungebührlicher Zug ausgeübt, der leicht das Zerreissen derselben herbeiführt und der beim 3., 4. u. s. w. Paar sich noch vermehrt. Dieser Zug kann dadurch beseitigt werden, dass die folgenden Walzenpaare entweder bei gleicher Winkelgeschwindigkeit kleinere Durchmesser oder bei gleichen Durchmessern kleinere Winkelgeschwindigkeiten erhalten. Da sich diese Anordnung leicht treffen lässt, wenn eine Anzahl getrennter Walzenpaare mit unabhängiger Bewegung vorhanden sind, so verdient dies System α deshalb vor dem anderen β den Vorzug.

Zum weiteren Verständniss ist in Fig. 365 eine Brechmaschine nach diesem System mit 5 Walzenpaaren 1, 2, 3, 4, 5 gezeichnet. Die unteren Walzen liegen mit ihren Enden in Lagern und nehmen ausserhalb Kegelräder auf, die von einer längs der Maschine hinlaufenden Welle mit 5 Kegelrädern einen solchen Antrieb erhalten, dass die 5 Walzen von 1 anfangend der Reihe nach 19, 18, 17, 16, 14, oder auf die Minute reducirt $23^3/_4$, $22^1/_2$, $21^1/_4$, 20 und $17^1/_2$ Umdrehungen im Mittel machen. Die oberen Walzen erhalten keine selbstständige Drehbewegung, sondern werden durch Eingriff der Furchen mitgenommen. Dahingegen müssen sie eine Nachgiebigkeit in der Vertikalrichtung haben, um sich den verschiedenen Dicken der Flachsriste anpassen zu können und ausserdem mit einem entsprechenden Druck auf den Flachs niederpressen, der sich für jedes Walzenpaar unabhängig von den anderen regulirt. Zu dem Zwecke ist an beiden Seiten der Maschine ein Gewicht G angebracht, welches an dem Hebel a b hängt und die Kraft durch die Stange c auf das Stück m n und r s vertheilt, so dass das erste Walzenpaar durch m n, die 4 anderen aber durch die Stange o nieder gezogen werden, indem von r s ein Theil der Kraft bei r, der andere bei s abgegeben wird, wodurch je zwei Zapfen belastet werden: r belastet 2 und 3, s belastet 4 und 5. Der Flachs wird von dem Tisch t hier dem Walzenpaar 1 zugeschoben und von dem Walzenpaar 5 gebrochen auf den Tisch y abgeliefert. — Zur Verstärkung der Wirkung bringt man vor dem ersten Paar oft noch ein Paar glatte Walzen an, die den Flachs wie beim Boken erst der Länge nach knicken. Ferner nimmt zum Zerbrechen des Holzes in immer kleinere Stücke die Zahl der Furchen zu, so dass das erste Paar 14, das zweite 18 und die drei übrigen je 25 Furchen besitzt. Nach anderen Angaben ist die Zahl der Rippen aufeinanderfolgend: 12, 14, 18, 25, 36. — Man bearbeitet mit dieser Maschine bei einer Betriebskraft von 1 Pferdestärke und Bedienung von 4 Mädchen in 12 Stunden 1500 bis 2000 kg. Stengel.

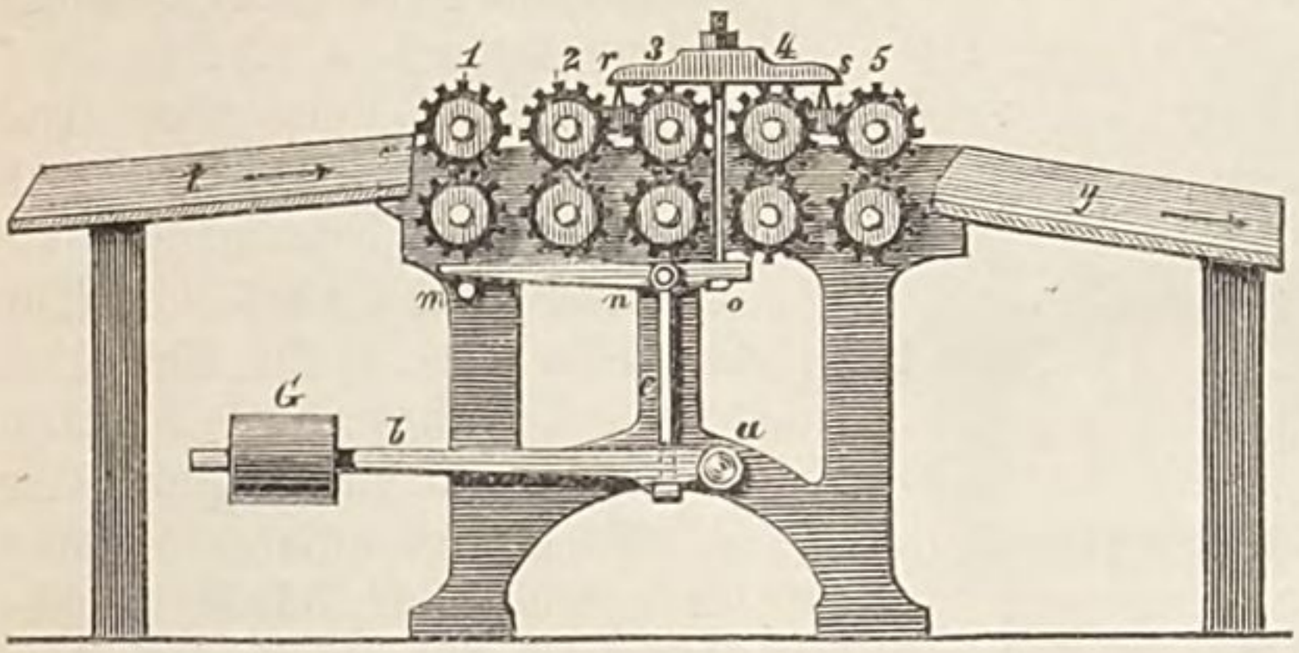


Fig. 365.

Die Brechmaschinen nach der zweiten Anordnung β dürfen aus oben erklärten Gründen keine grosse Anzahl von Brechwalzen auf der Oberfläche der Walzen liegend haben, wesshalb man sich hier auch in der Regel auf 2 Walzen beschränkt, welche, wenn sie von der Hauptwalze mitgenommen werden sollen, gleiche Theilung besitzen müssen und somit nicht so gut wirken, als bei abnehmender Theilung. Um sie jedoch zu

einer grösseren Wirkung zu bringen, wird neuerdings an denselben eine Einrichtung getroffen, welche die Flachsstengeln bei einem Durchgange mehrere (5 bis 6) mal vorwärts und rückwärts den Brechwalzen zuführt, oder indem die Walzen sich abwechselnd vorwärts und rückwärts drehen und zwar so, dass die Vorwärtsbewegung grösser ist, damit nach 5 bis 6 Schwingungen der Flachs aus den Walzen herausgeschoben wird (Pilgerschritt-Bewegung). Da bei dieser Pilgerschritt-Bewegung der Mechanismus zur Erzeugung derselben (Sprunggetriebe) komplizirt und theuer ist, so begnügt man sich damit, nur die Brechwalzen mit einer oszillirenden Bewegung auszustatten, deren Drehachse mit der Achse der grossen Walze zusammenfällt, während die letztere sich ununterbrochen weiter dreht. Eine höchst einfache Konstruktion dieser Art ist durch Fig. 366 dargestellt. Von den drei Walzen A, B, C wird die Hauptwalze A vermittelst der Stirnräder z und t von der Handkurbel H iu Drehung versetzt, während die Walzen B uud C durch Eingriff der Riffeln mitgenommen werden und somit den bei D vorgelegten Flachs fassen, knicken und auf den Tisch F abliefern. Die beiden Brechwalzen B und C liegen in Lagern zweier Bogenstücke G, welche lose auf der verlängerten Achse der Walze A sitzen und durch, nach unten gerichtete Verlängerungen E einmal vermittelst einer Querbolzens unter sich und dann durch eine Schubstange g mit der Kurbel K verbunden sind. Da nun diese Kurbel K vermittelst der Transportirräder u und v gedreht wird, so müssen die Bogenstücke G in schwingende Bewegung kommen und die Brechwalzen B, C zum Hin- und Herwälzen auf der Walze A gebracht werden. — Die auf die Walzenlager B, C drückenden Spiralfedern sind der Nachgiebigkeit halber nothwendig. — Wird angenommen, dass die Radtheilung $t : z = 40 : 5$ und $u : v = 20 : 10$ ist, so macht also das Walzenpaar B, C während einer Umdrehung der Walze A 16 Schwingungen. Bei Handbetrieb soll sich mit dieser Maschine 40 bis 50 kg. Flachsstroh pro Stunde brechen lassen.

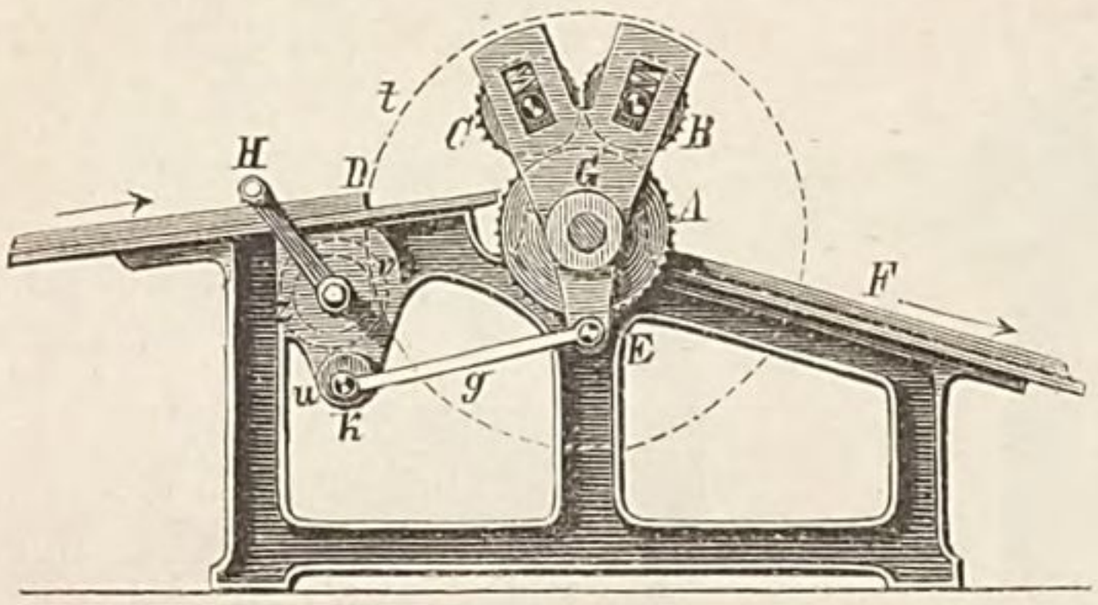


Fig. 366.

Die Brechmaschinen mit den Massivwalzen haben besonders den Nachtheil, dass sich die Schäbe nicht sofort daraus entfernen kann, sondern erst mit dem Flachs selbst aus den Walzen herausfällt, was namentlich bei den Maschinen mit Pilgerschritt eine sehr kraftraubende Anhäufung an den Brechstellen und eine starke Anspannung des Flachses verursacht. Es ist demnach die Anbringung solcher Walzen als höchst zweckmässig zu bezeichnen, bei welchen (Fig. 367) die Riffeln durch stumpfe Messer oder Schienen m ersetzt sind, die mit den Enden in runden, mit Zapfen ausgestatteten Scheiben s sitzen und daher einen freien Raum zum Durchfallen der Schäbe lassen. Wenn diese Skelettwalzeu in der Weise angeordnet werden, wie an der oben (Fig. 365) beschriebenen Maschine, so ist es möglich, die Messerzahl der Walzenpaare allmählich zu vergrössern, also die Brechpunkte zu vermehren. Man wählt dann der Reihe nach 13, 14, 15, 16, 18 und 20 Messer bei 6 Paaren. Auch hat man die Paare in einem Bogengestell, wie bei der Maschine Fig. 366 gelagert und in Schwingung versetzt.

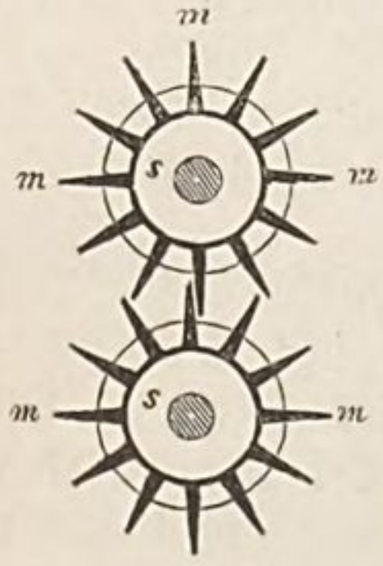


Fig. 367.

Das 4. System hat den Vortheil der kontinuirlichen Fortbewegung des Materials vermittelst des unteren Brechzylinders, und der geringen Spannung also grossen Schonung des Flachses, weil derselbe nach jedem Stoss wieder in die ursprüngliche Lage zurückkehren kann. Mit Skelettwalzen ausgestattet, muss eine Maschine nach diesem System besonders gut wirken.

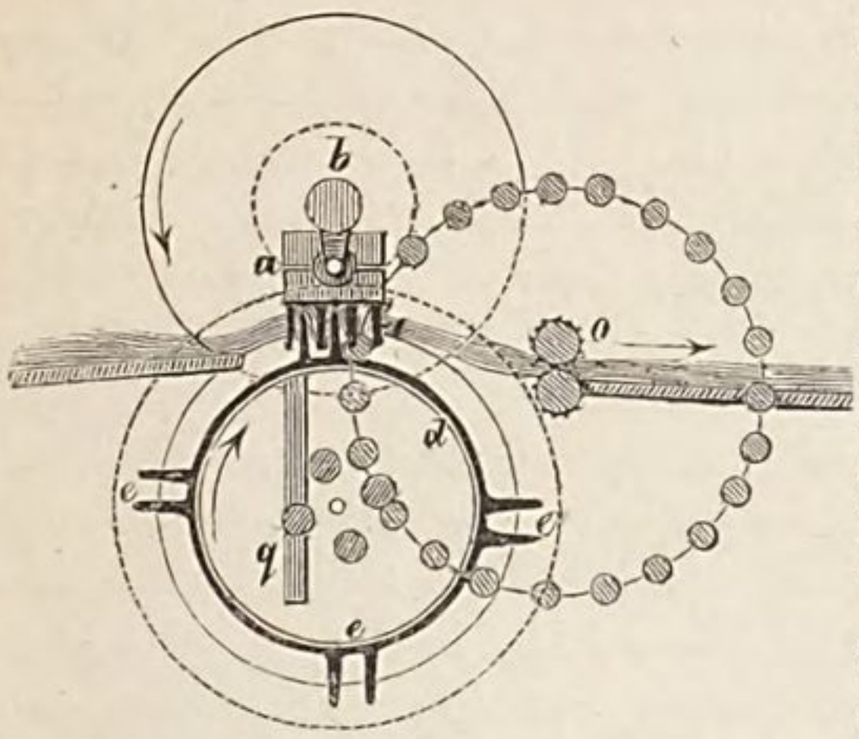


Fig. 368.

Aus Fig. 368 geht die allgemeine Anordnung einer solchen Maschine hervor [1]). Auf dem Stück a, welches eine vertikale Führung durch einen Stab q erhält, sitzen 4 hölzerne Messer, welche mit a durch eine gekröpfte Welle b eine schnelle auf- und niedergehende Bewegung erhalten. Unter diesem Messersystem liegt eine Trommel d, mit vier Paar Messern e besetzt, in welche die Messer a bei jeder Vierteldrehung dieser Trommel einschlagen. Die Messer der Trommel sind dabei in der Weise versetzt, dass abwechselnd das eine Paar zwischen die zwei vorderen, das andere zwischen die drei hinteren Messer a eintritt. Durch die Walzen o wird das Material vorgeschoben und zwar mit einer Geschwindigkeit, die kleiner ist, als diejenige der Messertrommel: desshalb streifen die Messer e ausserdem noch einen Theil Schäbe aus dem Flachs weg. — Die Anordnung der Bewegungsübertragung, wozu hier Triebstöcke verwendet sind, ergiebt sich aus der Zeichnung.

Nach den beiden Systemen 5 und 6 sind bis jetzt nur versuchsweise Konstruktionen ausgeführt [2]).

3. Trocknen, Dörren.

Das Knicken des Flachses kann nur mit gehöriger Leichtigkeit und Sicherheit geschehen, wenn das Holz möglichst spröde ist. Grosse Sprödigkeit ist aber vorhanden, wenn das Holz sehr trocken ist, und aus diesem Grunde muss dem Knicken ein gutes Austrocknen des Flachsstrohes vorangehen. Man erzielt dasselbe entweder dadurch, dass man den Flachs der Sonne gehörig lange aussetzt oder durch künstliche Erwärmung (Darren, Dörren) in besonderen Oefen (Flachsdarröfen[1]) oder erwärmten Räumen (Flachsdarrhäuser). Bei dieser Erwärmung muss vor Allem darauf geachtet werden, dass der Flachs keiner höheren Temperatur als 45° ausgesetzt wird, weil die Faser sonst ebenfalls spröde wird und beim Brechen leicht zerreisst. — Auch darf der Flachs nicht fühlbar warm sein, wenn er in die Breche gelangt.

4. Schwingen, Ribben.

Beim Knicken des Flachses ist eine Entfernung der Holztheile nur in geringem Grade möglich, weil an und zwischen den Fasern die Schäbe so fest hängt, dass die Beseitigung nur durch kräftiges Ausschütteln oder Abstreifen geschehen kann. Deshalb ist der Flachs noch schüttelnden und abstreifenden Operationen zu unterwerfen, die ebenfalls durch Handarbeit oder mechanische Vorrichtungen ausgeübt werden können. Entweder wird zu diesem Zwecke der Flachs auf eine Unterlage gebracht

1) Polyt. Centr., 1870. S. 900. — Dingler's Journ., Bd. 186. S. 291. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1869. S. 18. 2) Hoyer, Ausst.-Ber., S. 89. — Allgem. Polyt. Zeit., 1873. S. 566. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1868. S. 207.

und mit Klingen ausgestrichen oder aufgehängt und mit breiten, messerartigen Werkzeugen oder schlagenden Schienen streifend und schüttelnd behandelt. Die erste Operation umfasst das Ribben, die zweite das Schwingen.

Das Ribben ist gewissermassen die Umkehrung des, übrigens auch zur vorliegenden Arbeit oft benutzten, Ristens. Es besteht darin, dass man die Flachsriste fächerartig über eine mit Leder überzogene und gepolsterte Platte, die von einem Gestell getragen wird (Ribbebock), oder ein auf die Knie gelegtes dickes Lederstück (Rippe-Lappen) ausbreitet und mit einem langen, starken, stumpfen Messer (Ribbe-Messer, Racloir, *Flax dresser's Knife)*, oder einem in ein Heft gefasstes Stück Eisenblech scharf ausstreicht, wobei noch gelegentlich mit den Fingern nachgeholfen, um Knoten, Faserverschlingungen etc. zu beseitigen.

Beim Schwingen (Schwingeln, Teiller, Espader, Secouer, Ecanguer, Espadonner, Spatuler, *Beating, Swinging, Swingling, Scutching, Swindling)* mit der Hand wird der Flachs in einen seitlichen Einschnitt a eines senkrecht stehenden Brettes B (Schwingbrett, Schwingstock, Chevalet, *Swingle bench)*, Fig. 369., von etwa 370 mm. Breite, 35 mm. Dicke und 1,2 m. Höhe so eingehängt, dass etwa die eine Hälfte m über der Kante des Einschnittes liegend an dem Brett herunterhängt, während das andere Ende vom Arbeiter mit der Hand gehalten wird. Mit einem sog. Schwingmesser oder Schwingbeil (Schwinge, Ecang, Espade, Dague, *Swingle-dag, Swing-knife, Sword)*, Fig. 369 C, wird dann der freihängende Flachs kräftig in der Fasernrichtung geschlagen, indem man das Schwingbrett senkrecht niederführt, wie Fig. 369 zeigt. Das aus gespaltenem Holze hergestellte Schwingmesser hat entweder die Form eines etwa 400 mm. langen und 150 mm. breiten Messers, welches an einem Ende mit einem Griff versehen und an den zwei Längsseiten zugeschärft ist oder die Form eines breiten Flügels oder Beils von 200 bis 220 mm. Höhe, Fig. 369 C, mit dem Griff g und der 500 mm. langen Arbeitskante c b. Dieses Schwingbeil verdient desshalb den Vorzug, weil dasselbe seiner grossen Breite wegen von dem beim Schwingen sich aufwerfenden Flachse nicht umschlungen wird und desshalb weniger Fasern abreisst.

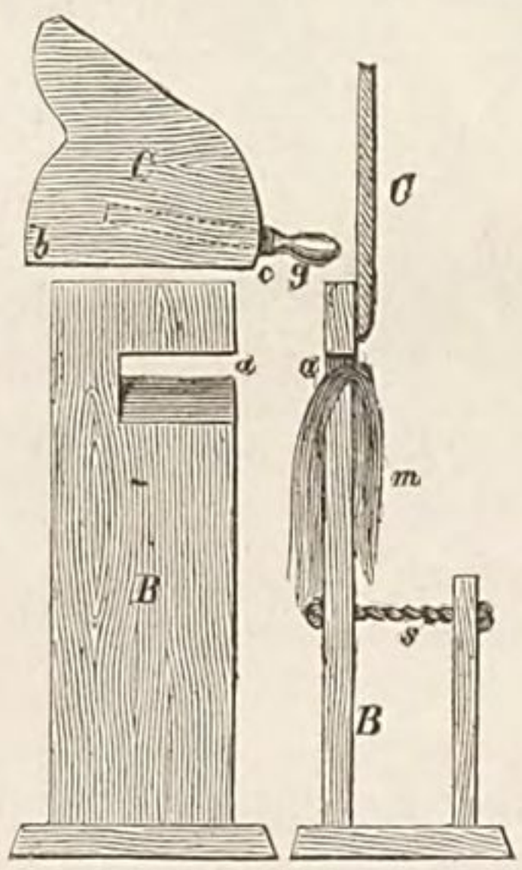


Fig. 369.

Bei aufmerksamer Behandlung erleidet der Flachs durch das Schwingen keinen grossen Verlust an Fasern (Schwinghede, Schwingwerg), wird dahingegen, namentlich wenn man gelegentlich mit den Fingern, Ribben oder Risten mithilft, sehr rein. Oft allerdings ist ein zweimaliges Schwingen erforderlich, das Vorschwingen, (*Roughing, Ruffing*) und das Reinschwingen (*Finishing, Cleaning*), um einen gut von Schäbe freien Flachs (Reinflachs, Schwingflachs, Lin en filasse, *Scutched flax)* zu erhalten. Weil jedoch ein geübter Schwinger täglich durchschnittlich nur 3,5 bis 5 kg. reingeschwungenen Flachs liefern kann, so wendet man zum Schwingen grosser Mengen Flachs durch Elementarkraft betriebene Schwingmaschinen[1]) (Maschine à teiller, *Swingling machine, Scutching*

1) Berliner Verh., 1851. S. 99; 1856. S. 98; 1857. S. 117. — Prakt. Masch.-Constr., 1873. S. 333 u. 348. — Polyt. Centr., 1862. S. 1278; 1863. S. 1300, 1338 u. 1618; 1864. S. 693 u. 1386; 1873. S. 1340. — Dingler's Journ., Bd. 166. S. 19; Bd. 169. S. 154; Bd. 170. S. 170; Bd. 171. S. 395; Bd. 207. S. 453; Bd. 210. S. 85.

machine) an, welche der grossen Zahl nach entweder auf dem Prinzip des Ribbens oder des Handschwingens beruhen, insofern als am ersten Falle schabende oder streifende Klingen quer und fast rechtwinklig, wie das Ribbemesser, im zweiten Falle aber parallel zu den Fasern, wie die Schwinge zur Wirkung gebracht werden. Erfahrungsmässig erzielt man bei den, nach dem Prinzip des Handschwingens konstruirten Maschinen, die besseren Resultate, namentlich weniger Abfall, weil hier die Messer keine so heftig angreifende oder hackende Einwirkung veranlassen. Daher wird die in Fig. 370 dargestellte Schwingmaschine auch noch wegen ihrer Einfachheit am häufigsten gebaut. Sie besteht aus 5 hölzernen Schwingmessern m von 400 bis 450 mm. Länge und 200 mm. Breite, welche an einer Seite messerartig zugeschärft sind, und sich an etwas federnden Armen a befinden, die in der Rosette C sitzen und so bemessen sind, dass die äussere Kante des Schwingbrettes etwa 800 bis 900 mm. vom Mittelpunkte der Rosette absteht. Die Rosette ist auf einer Welle festgekeilt, welche in dem Gestell G gelagert ist und 150 bis 200 Umdrehungen pro Minute macht. Der über die mit Eisen beschlagene Kante o p des Schwingbrettes B gehängte und von einem Arbeiter regierte Flachs erhält demnach 750 bis 1000 Schläge pro Minute. — In der Regel werden mehrere solche Maschinen auf einer Welle in 85 cm. Abständen angebracht, also auch mehrere Schwingstände (*Scutching stand)* geschaffen, weil nicht nur gewöhnlich der Flachs zweimal, sondern auch der vom Vorschwingen herrührende Werg von Neuem geschwungen wird, um die noch darin sitzenden Fasern zu gewinnen. Dann rechnet man auf 4 Vorschwingstände, 8 Reinschwingstände und einen Wergschwingstand. Bezüglich der Leistungsfähigkeit ist zu bemerken, dass 1 Vorschwingstand und 2 Reinschwingstände mit einer Bedienung von drei Personen stündlich, je nach der Beschaffenheit des Materials 2 bis 4 kg. Reinflachs liefern können. — Um die Drehgeschwindigkeit zu vermindern, ohne die Zahl der Schläge kleiner zu bekommen, werden wohl statt 5 Messer 6 oder 8, ja sogar 12 angebracht und die Bewegung auf 75 bis 80 Umdrehungen pro Minute beschränkt.

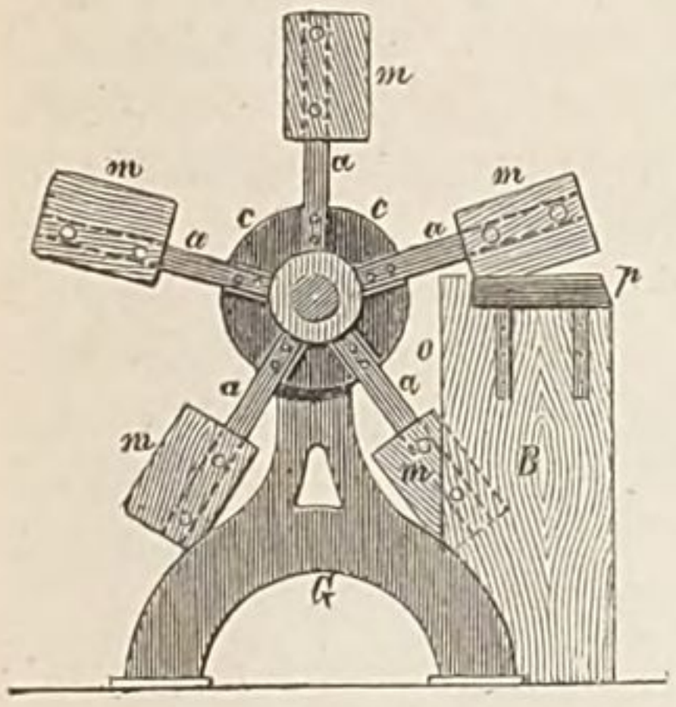


Fig. 370.

Bei den mehr nach dem Prinzip des Ribbens gebauten Schwingmaschinen ist die Anordnung gewöhnlich so, dass die Schwingmesser oder Stäbe auf einer Trommel parallel zur Achse sitzen, und bei der Drehung der Trommel den über eine Schwingbrettkante gehaltenen Flachs schlagen. Um die Heftigkeit des Schlages zu mindern, werden die Schlagschienen oft um Scharniere oder Endzapfen drehbar angeordnet, so dass sie sich durch die Zentrifugalkraft wie Klappen aufrichten.

Die unmittelbare Aufeinanderfolge der Arbeit des Schwingens auf die des Brechens hat zu einer grossen Anzahl von Vorschlägen geführt, um das Brechen und Schwingen mit einer Maschine vorzunehmen. Da jedoch die bis jetzt konstruirten Maschinen einen Vortheil nicht bieten, weil die Vortheile der Arbeitsvereinigung durch den bedeutenden Faserverlust aufgehoben werden, wenn der Flachs gehörig rein werden soll, so sind sie nicht dauernd in Aufnahme gekommen.

5. Hecheln.

Der durch das Knicken, Schwingen etc. vom Holze befreite und dadurch Handelswaare gewordene Flachs besteht seiner Natur nach aus langen netz- und bandartig zusammenhängenden, also noch nicht isolirten Fasern, welche daher in diesem Zustande nicht eigentlich versponnen, sondern nur durch Zusammendrehen zu groben Fäden (Bindfäden, Stricken) verarbeitet werden können. Zur Verwandlung des Schwingflachses in ein spinnbares Material ist daher die Auflösung des Bastes in isolirte Fasern durch fortgesetztes Zerreissen in der Längenrichtung, durch Spalten erforderlich, mit Vermeidung des Zerreissens in der Querrichtung, weil damit ein Verkürzen der Fasern verbunden wäre. — Da man nur durch lange dauerndes und oft wiederholtes Schwingen und unter Zuhilfenahme von anderer Handarbeit im Stande ist, die im Innern zwischen den Fasern sitzenden kleinen Holzsplitterchen zu entfernen, hiermit aber ein sehr bedeutender Verlust an Fasern verbunden ist, andererseits aber beim Spalten des Bastes die Holztheilchen nebenbei mit befreit werden, so kann diese in Rede stehende Operation zugleich die Entfernung der letzten Holzreste aus den Fasern herbeiführen und die Arbeit des Schwingens demgemäss beschränken.

Bei der Zartheit des Zellengewebes kann die Spaltung in Fasern nur durch spitzige nadelförmige Körper geschehen, welche zwischen die Fasern gebracht und längs derselben hinbewegt werden. Zur Beschleunigung der Arbeit wird stets eine grössere Anzahl solcher Nadeln in Thätigkeit gesetzt, entweder indem man den Flachs über dieselben hinwegzieht, oder umgekehrt, indem man die Nadeln in den festgehaltenen Flachs einsteckt und durch denselben hinzieht, so dass eine Operation ausgeführt wird, welche an das Kämmen erinnert, hier aber den Namen Hecheln (Sérancer, Sérincer, Peigner, *Heckling, Hackling)* führt.

Die zum Hecheln dienenden Nadeln (Hechelzähne) müssen mit scharfen Spitzen versehen sein, damit sie leicht eindringen, unterhalb der Spitzen an Durchmesser zunehmen, damit sie spaltend wirken, einen hohen Grad von Glätte und Elastizität haben, damit sie den Flachs nicht scheuern und bei stärkerer Inanspruchnahme durch im Flachse entstandene Verschlingungen oder festgesetzte Holztheile sich nicht dauernd krümmen, sondern sich nur biegen, um sofort in die gerade Form zurückzukehren. Die Zähne bestehen daher aus langen, schlank konischen Stiften von elastischem Material, am besten von gehärtetem und blau angelassenem Stahl, weniger gut von hartem Eisendraht, welche in verschiedenen Grössenabstufungen vorkommen, (da in der Regel ein mehrfaches Hecheln mit immer feineren Zähnen erforderlich ist) und in einer grossen Anzahl nebeneinander auf einem Holzbrette so befestigt sind, dass sie genau gleichen Abstand von einander haben und dass ihre Spitzen in einer zu der Holzfläche parallelen Ebene liegen. Das auf solche Weise entstandene Werkzeug, die Hechel (Séran, Sérin, Peigne, *Heckle, Hackle*) ist in Fig. 371 zu erkennen. Das Holzstück a besitzt in der Mitte bei c d eine Erhöhung aus Holz, welche mit so viel Löchern durchbohrt ist, als Hechelzähne s angebracht werden sollen und der Festigkeit halber einen Weissblechüberzug hat. Die Fläche, innerhalb welcher die Zähne s gruppirt sind, bildet einen Kreis oder ein längliches Rechteck. Im ersteren Falle bezeichnet ein Zahn den Mittelpunkt, um den die anderen in konzentrischen Kreisen herum stehen. Diese Anordnung veranlasst ein sehr unregelmässiges Hecheln,

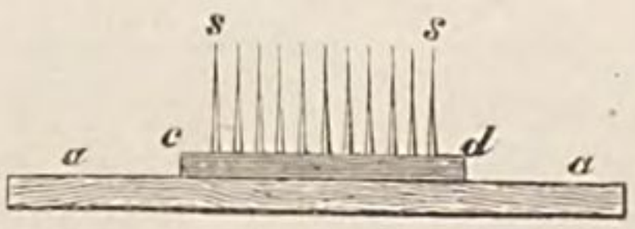


Fig. 371.

da die Zahl der in der Zugrichtung zur Wirkung gelangenden Nadeln um so kleiner wird, je weiter das Flachsstück vom Mittelpunkt entfernt angegriffen wird. Da dies bei der zweiten Art der Gruppirung nicht der Fall ist, so ist diese nur noch allein fast in Anwendung. Es stehen sodann die Zähne in parallelen Reihen a, b, c, d u. s. w. in der Weise angeordnet, dass die Reihe a z. B. n Zähne hat, die Reihe b aber n—1, indem in dieser Reihe die Zähne mit der ersten abwechseln. Die Reihe c hat wieder n, die Reihe d wieder n—1 Zähne u. s. w., bis eine Reihe mit n Zähnen den Beschluss macht.

a) • • • • • • • • • •
b) • • • • • • • • •
c) • • • • • • • • • •
d) • • • • • • • • •

Zum gewöhnlichen Hecheln bedient man sich oft nur zweier, in der Feinheit aufeinanderfolgenden Hecheln, einer groben (Abzughechel, Ebauchoir, *Longe ruffer, Coarse heckle*) und einer feineren (Ausmachhechel, Affinoir, *Fine heckle*). In den meisten Fällen wird das Hecheln jedoch noch weiter fortgesetzt, indem drei bis sechs und mehr Hecheln mit immer feiner werdenden Zähnen zur Anwendung kommen. Danach bildet sich dann eine grosse Abstufung in der Feinheit, welche höchst zweckmässig nach folgender Tabelle [1]) englischer Hecheln geregelt werden kann.

Bezeichnung.	Mit Zähnen besetzte Fläche in mm		Anzahl der Reihen und ihrer Zähne.	Gesammtzähne-Zahl.	Zähnezahl auf 1 □dm.	Länge der Zähne in mm.	Dicke der Zähne am Fuss in mm.
	Länge	Breite					
Abzughechel (*Long ruffer*)	237	109	6 mit 13 + 5 mit 12	138	53	158	5
Achter (*Fine eights*)	182	73	8 mit 22 + 7 mit 21	323	243	90	3
Zehner (*Fine tens*)	182	67	9 mit 26 + 8 mit 25	434	356	88	2,3
Zwölfer (*Fine twelves*)	182	67	10 mit 32 + 9 mit 31	599	491	76	1,6
Achtzehner (*Fine eighteens*)	182	67	11 mit 39 + 10 mit 38	809	663	65	1,3
Sechsziger (*Fine sixties*)	182	61	12 mit 60 + 11 mit 59	1369	1233	60	1

Die Hechel befindet sich während der Arbeit auf einem niedrigen Tische oder Gestell (Hechelstuhl) so befestigt, dass die Spitzen in einer Ebene liegen, die nach dem Arbeiter zu etwas aufsteigt. Der letztere nimmt eine Riste Reinflachs und wirft dieselbe fächerartig ausgebreitet, zunächst mit den Spitzen auf die Zähne und zieht sie durch. Nach und nach kommen immer weiter von den Spitzen abliegende Flachstheile auf solche Weise in Behandlung bis zur Mitte der Riste, worauf letztere umgekehrt und an der anderen Hälfte bearbeitet wird. — Zum guten Gelingen der Arbeit, d. h. zur Erzeugung eines guten Hechelflachses, (Kernflachs, Langflachs, Lin peigné, Brin, Filasse, *Heckled flax)*, in dem die Fasern möglichst gleichmässig lang, isolirt und vollständig von Holz frei sind, gehört grosse Aufmerksamkeit, Geschicklichkeit und Um-

1) Karmarsch-Hartig, Bd. II. S. 1146.

sicht, weil namentlich dabei ein grosser Abfall an Werg (Hechelwerg, Hechelhede) vermieden, andererseits aber die Entfernung der kurzen Fasern bewirkt werden soll. Der Abgang an kurzen Fasern wächst mit der Zahl und Feinheit der Hecheln, weil diese durch eine grössere Anzahl feinerer Zähne auf einer Flächeneinheit ein stärkeres Spalten und Abtrennen von Fasern veranlassen, bis zu einer gewissen Grenze, wo der Abfall gering wird, indem fast nur noch ein Spalten stattfindet. Gut und rein geschwungener Flachs verliert auf drei Hecheln rein gehechelt etwa 50% an Hede und Holz. — Als Leistungsfähigkeit einer Person wird angegeben die Verwandlung von 100 kg. Reinflachs in Hechelflachs während 120 bis 160 Arbeitsstunden.

Auch das Hecheln wird neuerdings oft mit Maschinen (Hechelmaschine, Machine à peigner le lin, Peigneuse, *Heckling machine)* [1]) bewerkstelligt. Wenn man auch in den wenigsten Fällen die Handhechelei, wegen der Möglichkeit einer zarten Behandlung des Flachses entbehren kann, so sind doch die Hechelmaschinen wegen ihrer viel höheren, quantitativen Leistungen namentlich zum Vorhecheln höchst nützlich. Das allen Hechelmaschinen zu Grunde liegende Prinzip besteht darin, dass bewegte Hecheln den festgehaltenen Flachs auskämmen. Zu dem Zwecke sitzen die Hechelzähne gruppenweise entweder auf einem Bande ohne Ende, das sich um zwei übereinander liegende Walzen mit horizontalen Achsen bewegt, oder auf einer sich ebenfalls um eine horizontale Achse drehenden Trommel; oder endlich auf festen, graden Stäben, welche eine oszillirende Bewegung machen, indem die Stäbe mit beiden Enden an Exzentriks oder kleinen sich drehenden Kurbeln oder besonderen Gelenken befestigt sind. Der zu hechelnde Flachs wird dabei in starke Zangen eingeklemmt, die sich durch eine besondere Vorrichtung so auf- und niederbewegen, dass der Flachs zuerst mit den Spitzen und nach und nach bis zur Mitte der Riste den Hechelzähnen dargeboten wird. — Bezüglich der Wirkung sind die Maschinen entweder einseitig oder doppelseitig wirkend, d. h. es ist entweder nur ein Hechelsystem vorhanden, welches den Flachs erst an der einen Seite bearbeitet und dann nach Umkehrung der Zange an der anderen Seite, oder die Anordnung ist so getroffen, dass beide Seiten der frei hängenden Riste zugleich gehechelt werden.

Unter den angedeuteten Konstruktionen ist diejenige nach dem System mit einem Bande ohne Ende und doppelseitiger Wirkung die gebräuchlichste geworden, wesshalb hier die nähere Beschreibung einer solchen Hechelmaschine mit Hilfe der Fig. 372 folgen mag [2]). — Die Lederriemen g g, welche paarweise ein Hechelfeld (*Sheet*) ausmachen, liegen treibriemenartig um die Walzen a und b und erhalten durch Drehung der Walzen b die durch den Pfeil angedeutete Bewegung. Zur Sicherung der Bewegung sitzen an der unteren Seite der Riemen die Klötze t, Fig. 372 C, welche wie Zähne in entsprechende Vertiefungen der Walzen eintreten. Diese Klötze dienen zugleich zur Aufnahme der Hecheln, die aus zwei Reihen, auf Stäben s Fig. 372 B, sitzenden Zähnen bestehen und Hechelstäbe heissen.

Der zu hechelnde Flachs wird zunächst in eine schmiedeeiserne Kluppe, Fig. 372 D, so eingeklemmt, dass die eine Hälfte frei hängt, sodann bei K in eine Gleitbahn m gebracht und durch allmähliche Senkung dieser Gleit-

---

1) Armengaud, Publ. ind., V. 1. S. 49; V. 6. S. 210; V. 8. S. 449 u. 462; V. 11. S. 71 u. 97. — Berliner Verh., 1844. S. 106; 1845. S. 30, 51 u. 220; 1847. S. 34. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 108. — Polyt. Centr., 1855. S. 25; 1857. S. 1627; 1871. S. 363. — Dingler's Journ., Bd. 136. S. 33; Bd. 146. S. 339; Bd. 152. S. 267; Bd. 199. S. 450. 2) Berliner Verh., 1845. S. 51. — Techn. Encyklop., Bd. 23. S. 109.

bahn mit den Spitzen voran den Hecheln dargeboten und an beiden Seiten zugleich gehechelt. Durch eine Hebung der Gleitbahn m zieht sich der Flachs wieder aus den Hecheln heraus und lässt in den lezteren das Werg zurück. — In der Regel besitzt eine Maschine drei bis sechs Hechelfelder mit verschieden feinen Hechelstäben Fig. 372 B, welche der Flachs nach und nach passirt. Die Flachskluppen bekommen daher nach jeder Hebung der Bahn m auf dieser noch eine horizontale Bewegung um die Breite eines Feldes, so dass sie bei jeder Senkung den Flachs in das Gebiet einer feineren Hechel und zuletzt ganz aus dem Bereich der letzteren bringen, worauf sie fortgenommen werden. Der Flachs wird sodann mit dem gehechelten Ende in eine andere Kluppe gespannt, um wegen der anderen Hälfte denselben Gang noch einmal zu machen. — Die Hebung und Senkung der Gleitbahn und die horizontale Verschiebung der Kluppen kann auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden. Sehr oft sitzt die Bahn m an Bügeln y, welche an Ketten u hängen, die an Rollen befestigt sind, die von einer Welle o aus eine alternirende Bewegung erhalten. Hierzu dient die Hubtsange q r, welche seitswärts am Gestell schiebbar gelagert ist und durch den Daumen r gehoben wird. Von dieser Stange geht bei o eine Kette zu einer Rolle, welche ebenfalls auf der Welle o sitzt und auf die jene Kette so aufläuft und befestigt ist, dass beim Aufgange der Hubstange q r die Bahn m niedergeht. Der Niedergang der Stange q r, also der Aufgang der Bahn wird sodann durch das Gewicht der Stange gewirkt, welche zu dem Zwecke bei p noch einige schwere Gusseisenscheiben trägt. Der Aufgang der Bahn erfolgt sehr rasch, der Niedergang langsamer, so dass etwa 3 bis 6 Spiele pro Minute stattfinden. — Statt der Hubstange wird jetzt oft ein Hebel verwendet; namentlich werden auf solche Weise zwei neben einander stehende (Doppel-)Maschinen gleichzeitig betrieben und deren beide Gleitbahnen durch den Hebel ausbalanzirt. — Die Horizontal-Bewegung der Kluppen, die beim höchsten Stande der Gleitbahn plötzlich um die Breite eines Feldes ausgeführt werden muss, wird in der Regel durch eine Stange hervorgebracht, welche sich im Augenblicke, wo die Bahn in den höchsten Stand eintritt, aus einer Sperrung aushebt und durch ein Gewicht oder eine Feder seitwärts geschnellt, während des Niederganges der Bahn aber wieder in die erste Lage zurückgeschoben wird.

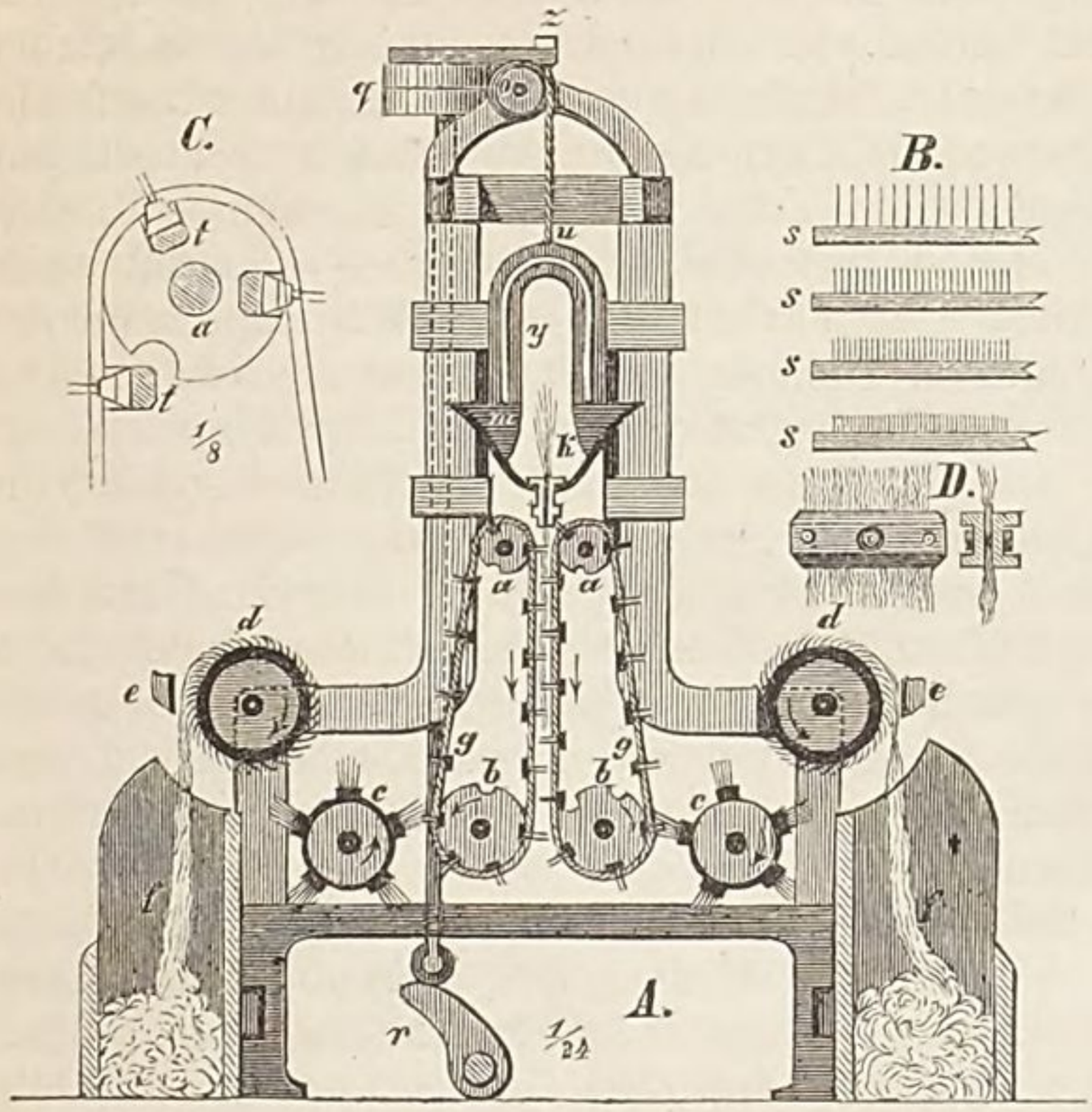


Fig. 372.

In Folge der Hecheloperation nehmen die Hecheln auf den Bändern g die ausgekämmte Hede mit sich fort und müssen darum stets von derselben

wieder befreit werden, was gewöhnlich durch Ausbürsten geschieht. Zu dem Zwecke sitzen neben den Hechelfeldern die mit Bürsten versehenen Walzen C, welche eine Peripherie-Geschwindigkeit haben, die grösser ist als die Hechelgeschwindigkeit und die Hecheln daher ausbürsten. Krumme Drahthäkchen der damit besetzten Walzen oder Trommeln d ziehen die Hede sodann aus den Bürsten und liefern sie in die Behälter f ab, indem ein schnell auf- und niedergehender Kamm e dieselbe aus den krummen Häkchen der Abnehme-Trommel d aushackt (Hacker). — Da für jedes Hechelfeld ein besonderes Fach f vorhanden ist, so erhält man nebenbei auch die Heden der verschiedenen Hecheln getrennt, also sortirt.

Die Leistung und der Arbeitsverbrauch der Hechelmaschine hängt ausser der Beschaffenheit des Flachses und der Feinheit der Hecheln namentlich von der Geschwindigkeit der Arbeitsorgane ab. Für eine einfache Hechelmaschine rechnet man nach Hartig [1]), bei einer Hubhöhe der Kluppen von 0,35 m. und 0,68 bis 0,70 m. Geschwindigkeit der Hechelstäbe, ferner bei 8 Zangenspielen pro Minute, dass pro Stunde 45 kg. rein geschwungener Flachs gehechelt werden und dass diese 24 kg. gehechelten Flachs, 15 kg. Hechelwerg und 6 kg. Staub geben bei einem Arbeitsverbrauch von 0,43 Pferdestärken.

Eine andere doppelte Maschine hatte einen Zangenhub = 210 mm. eine Hechelgeschwindigkeit = 500 bis 1000 mm. pro Sekunde und lieferte stündlich aus 50 kg. Schwingflachs, 27,2 kg. Hechelflachs, 12,1 kg. grobes Werg, 9,8 kg. feines Werg; während der Rest 0,9 kg. als Staub abfällt. Die Durchschnitts-Betriebskraft soll bei 6 Zangenspielen 0,55 in Pferdestärken betragen.

Aus den bereits S. 477 gebrachten Angaben geht hervor, dass aus dem Flachs im günstigsten Falle 12 Prozent reine Fasern gewonnen werden können und zwar, wie aus dem Verfolg der Reinigungsarbeiten sich erklärt, zum Theil als Hechelflachs, zum Theil als Werg und zwar als Schwing- und Hechelwerg.

Die gewöhnliche Wasserrotte vorausgesetzt vertheilt sich nun nach zuverlässigen Untersuchungen der Verlust pro Mille etwa so wie folgende Tabelle [2]) angiebt.

Rohe geriffelte, getrocknete Stengel.	Nach der Rotte.	Gebrochen.	Geristet.	Geschwungen.	1 mal gehechelt.
1000	726,6	411,2	271,4	Flachs = 217,2 Hede = 25,5	= 164,0 = 48,8

Geribbt.	2 mal gehechelt.	3 mal gehechelt.	4 mal gehechelt.	5 mal gehechelt.	6 mal gehechelt.
= 160,6	= 119,2 = 39,4	Flachs = 92,5 Hede = 24,7	= 85,7 = 6,8	= 82,3 = 3,4	= 78,5 = 3,8

Wenn man nach dieser Tabelle das sämmtliche Werg addirt, so erhält man nach dem 3. Hecheln von 1000 kg. Stengeln 138,4 kg. Werg nebst

1) Mitth., Hft. 2. S. 18. 2) Karmarsch-Hartig, Bd. II. S. 1149.

92,5 kg. Flachs, also 230,9 kg. Fasern, wovon die Schwinghede den geringsten Werth. Nach dem 6. Hecheln resultirt dahingegeu 152,4 kg. Werg und 78,5 kg. Flachs, also auch 230,9 kg. Fasern. Berücksichtigt man nun, dass in dem Bast etwa noch 48 Prozent Leim etc. vorhanden ist, so ergiebt sich in der That nach obiger Tabelle das Fasermaximum von 120 kg. reiner Faser, als das Produkt der Fasergewinnungs-Arbeit, wovon dann nach 3 maligem Hecheln fast 2 Th. auf Flachs und 3 Th. auf Hede, nach 6 maligem Hecheln aber ungefähr auf 1 Th. Flachs, 2 Th. Hede kommen.

Die Arbeiten des Röstens, Brechens, Schwingens und Hechelns mit ihren Nebenaperationen liefern aus den Flachstengeln den Bast oder das Spinnmaterial in zwei verschiedenen Gestalten: erstens als Flachs und zweitens als Werg oder Hede.

Die nach diesem Begriff zu nehmende Flachsfaser unterscheidet sich von der Hedefaser nicht im Wesen, sondern nur durch äussere Merkmale. Sie hat zunächst die bedeutende Länge von 300 bis 700 mm., also im Mittel 500 mm. Da die Faser des Flachses ebenso wie die Baumwolle eine Pflanzenzelle ist, die während des Lebens einen Saft enthält, so findet bei Eintrocknen des Saftes derselbe Vorgang Statt, welcher S. 469 näher angegeben wurde. Nur ist die Wandung der Flachsfaser stärker als die der Baumwolle, wesshalb sie dann auch beim Trocknen nicht zusammenklappt, sondern vielmehr die runde Gestalt behält, Fig. 373 a in 300 facher Vergrösserung. Die Oberfläche erscheint daher glatt, nur oft mit feinen Linien und Anschwellungen versehen. Der Durchmesser beträgt im Mittel 0.015 mm. und wechselt zwischen 0,0077und 0,0225 mm.—Der richtig gerottene und gut gehechelte Flachs besitzt eine helle, blassblonde, bläulich oder gelblich weisse, mitunter stahlgraue Farbe, einen seidenartigen Glanz, eine grosse Weichheit und Biegsamkeit. Eine Ueberrottung erkennt man zum Theil an einer Brüchigkeit und an einer dunkelen, grünlichen oder braunen Farbe.

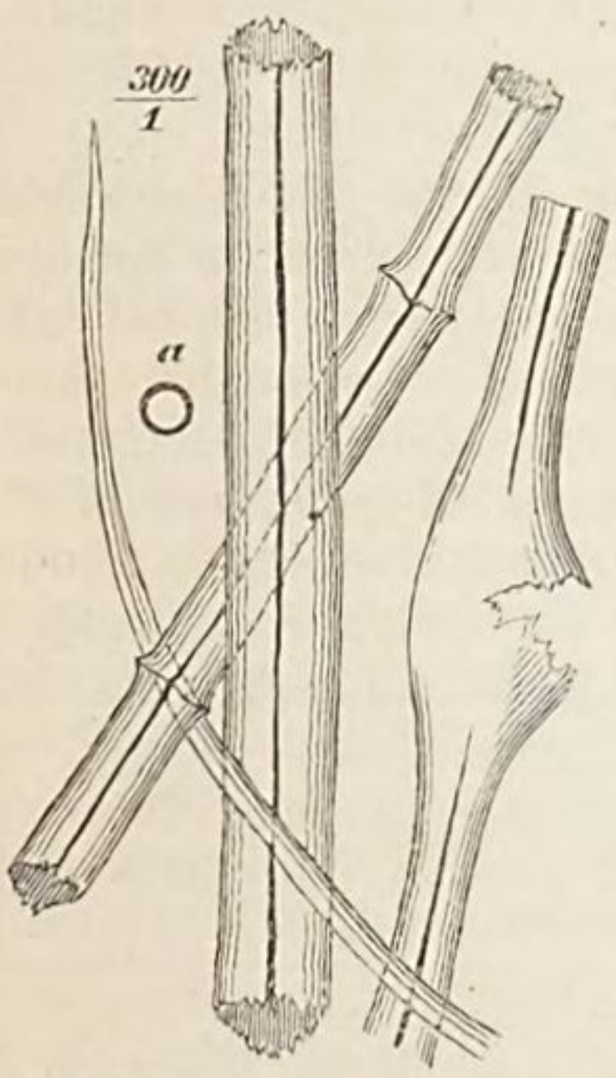


Fig. 373.

Die Fasern der Hede unterscheiden sich von der eigentlichen Flachsfaser nur durch geringere und unregelmässige Länge und durch eine verwirrte Lage, indem die Flachsfasern in der Riste grade und parallel gestreckt, die Hedefasern aber wie Baumwolle wirr durcheinander liegen. Ausserdem ist die Schwinghede gewöhnlich stark, die Hechelhede wenig durch Schäbe verunreinigt, wesshalb beide Abfälle verschieden im Werth sind und getrennt gehalten werden müssen.

Die Festigkeit der Flachsfaser ist im Allgemeinen grösser als die der Baumwolle, aber insofern verschieden, als die der Spitzen (Kopfenden) eine geringere Festigkeit besitzen, als die der Fussenden (Wurzelenden); darum ist auch die Hede von den Wurzelenden (Wurzelhede) werthvoller als die von den Spitzen (Spitzhede).

Die langen Fasern des Flachses stellen niemals und unter den Hedefasern nur die kürzesten, bisweilen, der Länge und der Dicke nach untheilbare Faser dar, weil noch ein Gehalt von 10 bis 17 Prozent Leim etc. darin vorhanden ist, welcher die kurzen Fasern (Elementar-Fasern) zu dickeren und längeren Fasern verklebt. Nach Beseitigung dieses Leimes durch Kochen mit Laugen oder Seifen, durch Ueberrotten etc. zerfallen daher

die langen Fasern in die eigentlichen Elementarfasern, welche nur eine Länge von 50 bis 75 mm. besitzen und unter Anderem in altem sehr oft beim Waschen mit Seife etc. behandeltem Leinengewebe vorhanden sind. Da aber das Bindemittel in heissem Wasser nur erweicht und nach dem Trocknen wieder erhärtet, so kann dieses Mittel dazu benutzt werden, die Elementarfasern auseinander zu ziehen, ohne dieselben von einander zu trennen.

III. **Hanf** (Chanvre, *Hemp*).

Unter Hanf versteht man die Bastfaser der Hanfpflanze (Cannabis sativa), welche zur Familie der Urticeen und den einjährigen Stengelpflanzen gehört sowie getrennte Geschlechter besitzt. Die weibliche Pflanze (Bästling, Bässling, Grüner Hanf, Saathanf, Kopfhanf) erreicht eine Höhe von 1,8 bis 2,5 m. Die männliche (Sünderhanf, tauber Hanf, Fimmel, Femel) dahingegen bleibt gewöhnlich kleiner und auch dünner. Zwischen dem Bau und dem organischen Gefüge der Flachs- und Hanf-Pflanze besteht eine solche Uebereinstimmung, dass das oben über den Flachsstengel Gesagte, auch ohne Weiteres für den Hanf gilt. — Desgleichen ist die Fasergewinnungsmethode fast genau dieselbe wie beim Flachs.

Zuerst wird der Hanf kurz vor der Reife aufgezogen (Raufen) und hierbei womöglich eine Trennung der männlichen (samenlosen) Pflanze von der weiblichen veranlasst, weil die erstere eine werthvollere Faser liefert. Die letztere, welche die Saat giebt, lässt man nachreifen, indem man sie 8 bis 14 Tage lang in Kapellen aufstellt. — Nach dem Raufen und dem Nachreifen wird der Hanf (gewöhnlich in der Wasserrotte) gerottet, wozu derselbe übrigens wegen seiner Grösse und Dicke wohl 8 bis 10 Tage mehr als der Flachs gebraucht.

Auf die Rotte folgt ein Darren in Backöfen oder geheizten Räumen, oder ein Trocknen an der Luft und dann das Brechen des gedörrten Hanfes mit einer groben Breche Fig. 363 S. 482 (Hanfbreche). In der Regel wird das Brechen von einem Boken in der Bokmühle S. 483 oder dem Reiben begleitet. Unter Reiben wird eine Behandlung des Hanfes in einer Art Kollergang (Reibmühle, Hanfreibe[1]), welcher aus schweren Walzen aus Granit oder Eisen und einem Trog aus demselben Material besteht oder in einem besonders konstruirten Walzwerk[2]) verstanden. Auf solche Weise entsteht der durch einfaches Ausschütteln von Schäbe befreite Reinhanf.

Statt durch Brechen, Boken etc. lässt sich beim Hanf der Bast auch unmittelbar nach dem Rotten dadurch vom Holz trennen, dass man ihn mit den Fingern abzieht. Diese Operation (Schleisen, Schälen, Pellen, Teiller, Tiller) liefert ein reineres und daher höher geschätztes Produkt, den Pellhanf, Schleisshanf, der nachträglich noch in Knäuel zusammengewickelt geklopft wird.

Da der Hanf selten geschwungen wird, so unterwirft man ihn nach dem Boken oder Schälen sofort dem Hecheln. Zu dieser Arbeit dienen Hecheln und Hechelmaschinen wie beim Flachs, welche jedoch wenigstens bei Beginn des Hechelns sehr grobe Zähne haben müssen. — Der Abfall bildet die Hanfhede oder das Hanfwerg, welches in verschiedenen Fein-

---

1) Polyt. Centr., 1862. S. 497. — Dingler's Journ., Bd. 149. S. 416. 2) Dingler's Journ., Bd. 222 S. 195.

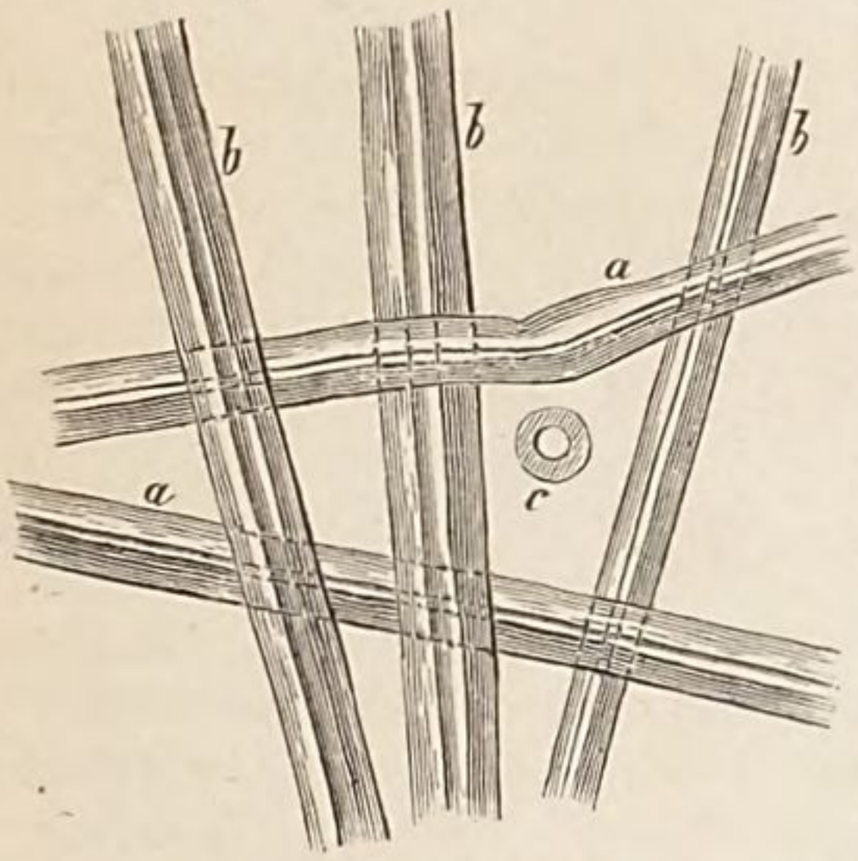


Fig. 374.

heiten, je nachdem der Hanf einmal oder öfter gehechelt wird, vorkommt, als Kolben- und Kernwerg.

Der bei der Hanfbereitung entstehende Verlust beträgt etwa $^5/_6$ bis $^4/_5$, indem man durchschnittlich aus 100 kg. Rohstoff 30 kg. Reinhanf und 15 bis 20 kg. gehechelten Hanf (Spinnhanf) erhält.

Der gehechelte Hanf hat gewöhnlich Fasern von 0,6 bis 1,2 m., oft 1,5 m. Länge und 0,02 bis 0,03 mm. Dicke, welche mit der Flachsfaser grosse Aehnlichkeit besitzen, d. h. rund und glatt sind, wie Fig. 374 zeigt.

IV. **Jute.**

Mit dem Namen Jute (Dschut, Judhanf, Pahthanf, Jute, Chanvre de Calcutta, *Jute*, *Pauthemp*, *Indian grass, Gunny fibre*) hat man die Bastfaser einiger, namentlich in Ostindien, sodann in Algier, französisch Guyana und auf der Insel Mauritius angebauten zu den Siliaceen gehörenden Corchorus-Arten belegt, welche mit der Flachs- und Hanffaser grosse Aehnlichkeit besitzt und neuerdings ziemlich in Aufnahme gekommen ist. Zur Gewinnung der Jute werden besonders zwei Arten der Jutepflanze C. olitorius und C. capsularis, *Chinese reed* verwendet. Dieselben sind einjährige aus Samen gezogene Stengel-Pflanzen, welche eine Höhe von 3 bis 4 m. und eine Dicke von etwa 13 mm. erreichen. Die Abscheidung des Bastes geschieht wie beim Hanf, indem man zunächst die Stengel einer Wasserrotte unterwirft und darauf die ganze Bastschicht von dem Holze herunterzieht, gehörig mit Wasser abwäscht und sodann trocknet. In diesem Zustande, in welchem der Bast die volle Länge des Stengels besitzt, kommt derselbe auf den Markt, wo man nun in absteigender Güte folgende Sorten findet: Serajgunge, Nerajgunge, Dacca, Daisen (Crown), Dowrah-Jute, Rejections und Cuttings (Wurzelenden).

Die beste Jute besitzt eine helle, weisslichgelbe, mitunter graulichweisse Farbe, einen ziemlich hohen Glanz, einen gewissen Grad von Weichheit und eine grosse Gleichmässigkeit. Nur stehen die Wurzel- und Kopfenden diesen guten Eigenschaften immer nach, wesshalb diese oft vor der weiteren Verarbeitung abgetrennt werden, so dass die Juteristen gewöhnlich nur 2 bis 3 m. lang sind. — Die mittleren Sorten sind bräunlich, die ordinären gelb und rothbraun. Beide besitzen einen geringeren Grad von Glanz und Weichheit. — Mit der Zeit verändert sich jedoch die Farbe, indem sie dunkler wird.

Die Jutefaser, Fig. 375a, bildet, wie die Flachs- und Hanffaser ein Zellenbündel, deren einzelne Zellen hohl und dickwandig sind, so dass sie ebenfalls nach dem Austrocknen des Saftes die ursprüngliche Form b behalten.

Zur Gewinnung der verspinnbaren Jutefasern ist, wie beim Flachs, ein Spalten des Bastes in der Längenrichtung erforderlich, das mit Hecheln vorgenommen wird. Da aber die Jutefasern im Baste sehr steif und hart

---

1) Dingler's Journ., Bd. 168. S. 465; Bd. 194. S. 244; Bd. 213. S. 525; Bd. 221. S. 501.

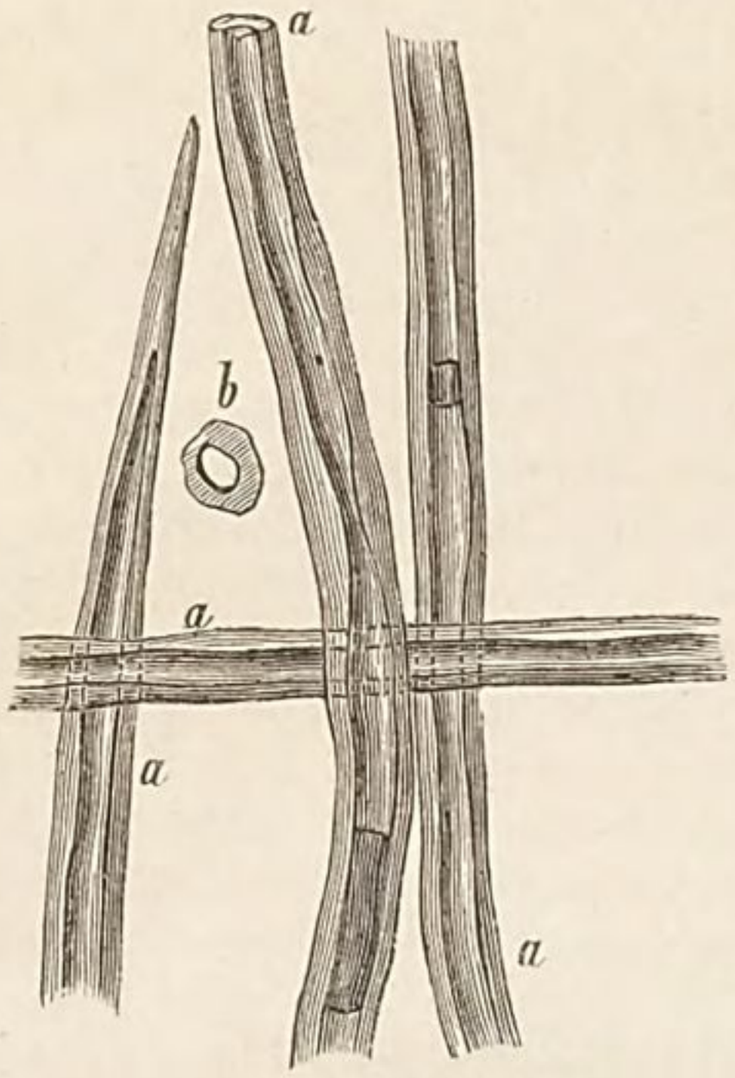


Fig. 375.

sind und sich deshalb in diesem Zustande weder hecheln noch weiter verarbeiten lassen, so geht dem Hecheln eine Vorbearbeitung voraus, welche die Herstellung einer möglichst grossen Weichheit und Geschmeidigkeit bezweckt (Weichmachen, *Softening)*. Die Vorarbeit besteht in zwei getrennten Operationen. Zuerst werden nämlich die Juteristen schichtenweise über einander gelegt und mit Wasser und Oel (gewöhnlich Robbenthran, mitunter Petroleum) im durchschnittlichen Verhältniss von 20 kg. Wasser, 2,5 kg. Thran auf 100 kg. Jute besprengt. In diesem Zustande bleiben die Risten je nach der Wärme, in der sie sich befinden, etwa 24 bis 48 Stunden oder so lange liegen, bis das Anfühlen zu erkennen giebt, dass das Wasser aufgesogen und der Thran sich auf die Oberfläche des Bastes gelagert hat.

So vorbereitet durch den Einweich- oder Batsch-Prozess wird das Material einem Quetsch- oder Softeningprozess unterworfen, der durch ein gewaltsames, wiederholtes Drücken und gelindes Hin- und Herbiegen desselben, die Geschmeidigkeit und Biegsamkeit hervorruft, welche zur weiteren Verarbeitung nothwendig ist. — Da beim Knicken des Flachses und des Hanfes, wenn auch aus vollständig anderen Gründen, derselbe Vorgang (Quetschen und Hin- und Herbiegen) stattfindet, so ist erklärlich, wesshalb die Jute-Quetschmaschinen (*Softening machine, Jute softener)* den Flachsknickmaschinen so nahestehen. Man verwendet dieselben Systeme, welche S. 485 etc., Fig. 365 und 366 für das Flachsknicken ausführlich beschrieben sind, auch für das Quetschen der Jute, also das System mit Walzenpaaren in einer Ebene und mit bogenförmig angeordneten Walzenpaaren und Pilgerschrittbewegung, jedoch mit einigen durch die grosse Widerstandsfähigkeit der Jute bedingten Aenderungen. — Die Walzen des ersten Systems [1]) haben 80 mm. Länge, 105 mm. äusseren Durchmesser und auf der Oberfläche 14 Riffeln, welche schlank schraubenförmig um den halben Umfang herumlaufen, und zwar abwechselnd bei einem Walzenpaar links, bei dem zweiten rechts, dem dritten links u. s. w. Die Zahl der Walzenpaare ist bedeutend grösser, als bei den Flachsbrechmaschinen üblich und beträgt 20 bis 40. Die Walzengeschwindigkeit beträgt fast 23 m. pro Minute, was etwa 70 Umdrehungen entspricht. Eine Softeningmaschine mit 20 Walzen verarbeitet stündlich wohl 975 kg. Jute. — Das zweite System [2]) besteht aus sechs Walzenpaaren, welche in einem Bogen von 100° um einen Mittelpunkt angeordnet sind. Die unteren Walzen haben einen Durchmesser von 114 mm. und liegen in einem Kreise von 30 cm. Radius, die oberen Druckwalzen sind 152 mm. dick. — Die Pilgerschrittbewegung wird in ähnlicher Weise, wie bei der in Fig. 366 dargestellten Flachsbrechmaschine erzeugt. — Die Leistung dieser Maschine wird auf 585 kg. pro Stunde angegeben.

---

1) Muspratt-Kerl, Bd. 5. S. 161. — Dingler's Journ., Bd. 222. S. 195. 2) Zeitschr. deutsch. Ing., 1874. S. 207. — Dingler's Journ., Bd. 210. S. 86; Bd. 222. S. 196.

B. Die Gespinnstfasern aus dem Thierreiche.

I. **Wolle** [1]).

Wie jedes organische Gebilde, so entsteht auch das thierische Haar aus Zellen. Diese befinden sich in kleinen, Haarzwiebeln genannten Säckchen, welche in der thierischen Haut nesterweise nebeneinender liegen und als trichterförmige Verlängerungen an die Hautoberfläche treten. Indem die Zellen nun die Haarsubstanz zunächst in diese Verlängerungen (Haarbalg, in welchem dieselbe nach und nach erhärtet) und sodann durch dieselben hindurch aus der Haut des Thieres herausschieben, wächst das Haar, so dass das Wachsen des Haares demnach in einem ununterbrochenen Herausschieben der erhärteten Haarsubstanz aus der Haut besteht. Bevor jedoch die Haare aus der Oberhaut heraustreten, erhalten sie einen fettigen Ueberzug, durch ein aus den unmittelbar unter der Oberhaut liegenden Talgdrüsen austretendes Fett.

Das Haar der, der Gattung Ovis oder Schaf angehörenden Thiere, welches daher den Namen Schafwolle (Wolle, Laine, *Wool*) führt, bildet demnach als einzelnes Individuum ein aus todten Haarzellen bestehendes Stäbchen von annähernd rundem Querschnitt und einer Länge, welche wesentlich von der Dauer des Wachsthums abhängt, und ist überzogen mit einem Drüsentalg, der mit dem Schweiss des Thieres das Wollfett (Fettschweiss oder Schweissfett, Suint, *Yolk*) bildet. Indem das Wollfett an der Luft austrocknet und klebrig wird, klebt dasselbe die einzelnen Wollhaare nicht nur zu Büscheln zusammen, welche in ihrer Gesammtheit die ganze Thierdecke, das Fliess (Wollfliess, Toison, *Fleece)* ausmachen, sondern hindert dadurch gewissermassen die freie Bewegung der einzelnen Haare, in Folge dessen diese Windungen annehmen, welche mit den Spiralwindungen, die sie bereits in dem Haarbalg erhalten, zusammen diejenige wichtige Eigenschaft der Wollhaare erzeugen, welche die Kräuselung heisst und deren Maass durch die Anzahl von Windungen oder Bögen auf eine Längeneinheit z. B. 25 mm. bestimmt wird.

Die eigenthümliche Entstehungsweise des Wollhaares veranlasst bei der Erhärtung leicht ein Plattdrücken und bei der Verschiebung der Haarzelle leicht eine Unregelmässigkeit der Zellen-Lagerung und daher wahrscheinlich die schuppenartige Beschaffenheit der Oberhaut oder Oberfläche der Wolle. Diese Schuppen, welche dachziegelartig und mit unregelmässigen Rändern übereinander liegen, geben der Wolloberfläche eine besondere Rauhigkeit, die bereits zu erkennen ist, wenn man das Haar mit der Spitze voran, zwischen den Fingern durchzieht und sich unter dem Vergrösserungsglase durch Querstreifen und Querlinien zeigt, wovon je nach der Wollgattung 75 bis 110 auf 1 mm. gehen, Die Fig. 376 führt ein allgemeines Bild eines Wollhaares vor Augen und zwar zeigt A die schuppenartige Oberfläche, B die Kräuselung und C den Querschnitt.

---

1) Karmarsch-Hartig, Bd. 2. S. 1211. — W. v. Nathusius-Königsborn, das Wollhaar des Schafes in histologischer und technischer Beziehung, Berlin 1866. — J. Bohm, Wollkunde, Berlin 1873. — Settegast, Bildliche Darstellung des Baues und der Eigenschaften der Merinowolle, Berlin 1860. — Grothe, Techn. der Gespinnstfasern, Bd. 1., Berlin 1876. — Alcan. Traité du travail de la laine cardée, Paris 1867. Alcan. Traité du travail des laines peignées, Paris 1873. — Hausner, Textil-Industrie, Wien 1876.

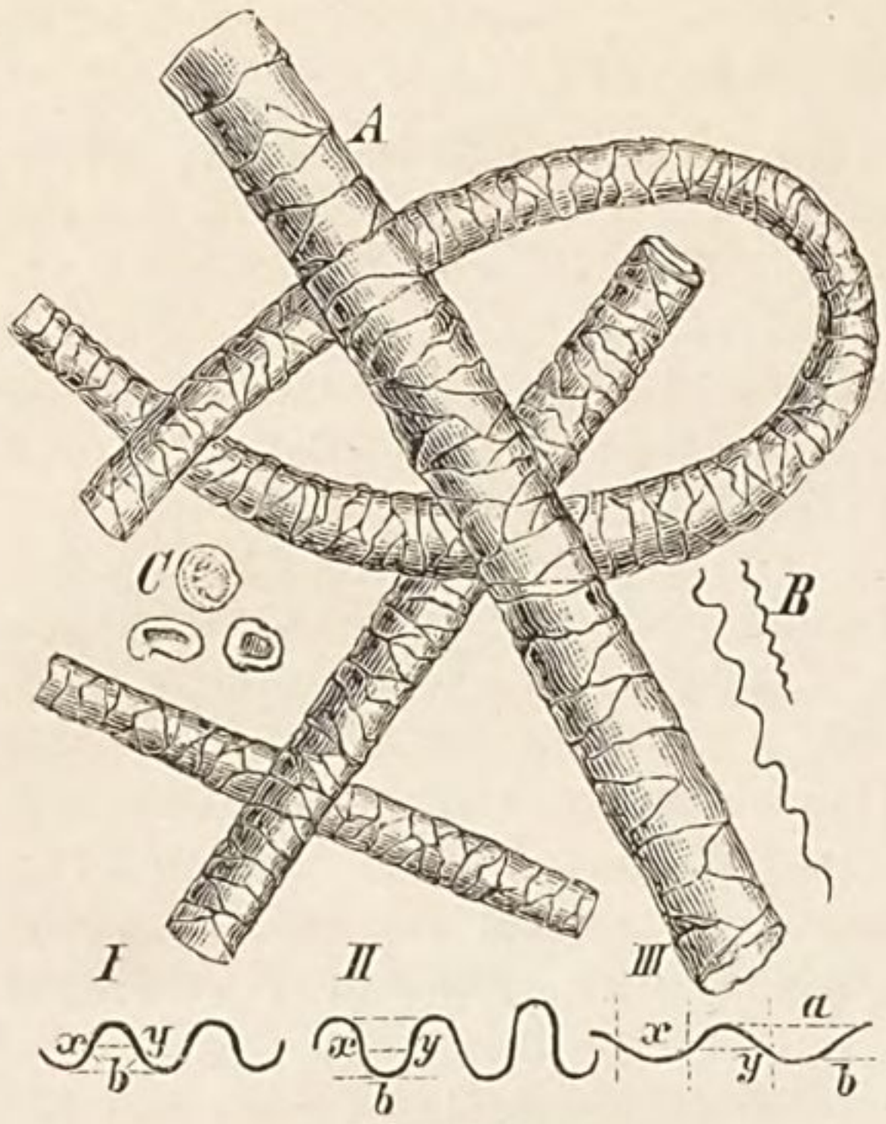


Fig. 376.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die oben angegebenen äusseren Eigenschaften der Wolle in sehr verschiedenem Grade auftreten müssen, nicht nur weil die einzelnen Schafrazen individuell verschiedene Haare erzeugen, sondern weil Ernährung, Klima, Haltung etc. von wesentlichem Einfluss ist und ausserdem weil die Haarbildung nicht an allen Körpertheilen des Thieres in derselben Weise stattfindet.

1) Die Dicke oder der Durchmesser der Wolle, welche die Feinheit derselben bestimmt, variirt zwischen $^1/_{90}$ bis $^1/_{12}$ mm. Sie ist für die Verarbeitung und Verwendung der Wolle von grosser Bedeutung und daher die Grundlage einer im Handel üblichen Klassifikation, für die folgende Durchschnittswerthe gelten können:

Superelekta	hat	0,015	bis	0,017	mm.	Dicke.
Elekta	«	0,017	«	0,020	«	«
Prima	«	0,020	«	0,023	«	«
Sekunda	«	0,023	«	0,027	«	«
Tertia	«	0,027	«	0,033	«	«
Quarta	«	0,033	«	0,040	«	«

Zur Aufsuchung der Wolldicken sind besondere Wollmesser (Eriometer[1]) erfunden, welche auf verschiedenen (zum Theil unrichtigen) Voraussetzungen beruhen und durch ein Mikroskop mit etwa 50facher Vergrösserung und guter Messvorrichtung überflüssig werden. Darum gehört namentlich der Wollmesser von Dollond[2]), von Voigtländer, von Böhm[3]) u. a. zu den wichtigsten Apparaten, für den in Rede stehenden Zweck. Der Dollond'sche Eriometer ist von besonderer Wichtigkeit, weil von ihm die allgemein angenommene Feinheitseinheit (Grad) herrührt. Derselbe besteht aus einem zusammengesetzten Mikroskop, vor dessen Objektivlinse ein Zerstreuungsglas (Hohlglas) liegt, welches nach einem Durchmesser in zwei, durch Mikrometerschraube gegen einander verschiebbare Hälften getheilt ist. Bei der üblichen 50fachen Vergrösserung dieses Mikroskops erscheint ein rechtwinklig gegen den Schnitt des Zerstreuungsglases eingespanntes Wollhaar ebenfalls 50 mal vergrössert. Durch Verschiebung der Hohlglashälften gegen einander erscheint in dem Augenblick, wo die Verschiebungsgrösse gleich der Haardicke ist, ein Doppelbild. Der 50. Theil dieser Verschiebung ist demnach gleich dem Haardurchmesser. Da nun ein mit der Mikrometerschraube verbundener Nonius ein feines Ablesen gestattet, so lässt sich mit diesem Eriometer eine grosse Genauigkeit in der Messung erreichen. Jeder Theil des Nonius beträgt nun $\frac{1}{200}$ engl. Zoll entsprechend einem Haardurchmesser $= \frac{1}{200} : 50 = \frac{1}{1000}$ engl. Zoll $=$ 0,00254 mm. Dieser Theil ist als Einheit «Grad Dollond» gewählt.

---

1) Karmarsch-Hartig, Mech. Techn., Bd. 2. S. 1217. 2) Dingler's Journ., Bd. 24. S. 424. 3) Grothe, Techn. der Gespinnst-Fasern, Bd. I. S. 27.

2) Die Länge der Wollhaare ist von besonders grosser Verschiedenheit, indem dieselbe von 25 mm. bis 550 mm. aufsteigt.

3) Die Bögen der Haare bilden die Kräuselung derselben, deren Charakter sich daher sowohl nach der Zahl der Bögen, als nach ihrer Beschaffenheit und Regelmässigkeit richtet. Die Zahl der Bögen wird auf die zu Grunde gelegte Einheit 1 Zoll rheinl. = 26 mm. bezogen. Danach variirt dieselbe zwischen 10 bis 36, so dass das durch Ausstrecken von den Bögen befreite Haar etwa 1,2 bis 2,0 mal länger ist, als das gekräuselte Haar. — Bezüglich der Beschaffenheit der Bögen sind namentlich drei Hauptfälle zu unterscheiden, Fig. 376 I., II., III. I., die Bögen x b y sind Halbkreise, dann heisst die Kräuselung normalbogig; II., die Länge x y ist kleiner als die Höhe, die Kräuselung bezeichnet man auch hochbogig; III., es ist x y grösser als a b, dann ist die Kräuselung flachbogig. Zwischen hochbogig und normalbogig wird gewöhnlich noch ein Uebergang berücksichtigt, bei dem die Differenz zwischen a b und x y sehr klein und gedrängt bogig genannt. Was über flachbogig hinaus geht, heisst gedehnt bogig und endlich schlicht, wenn die Kräuselung fast ganz oder ganz verschwunden ist. — Da mit der Dicke des Haares offenbar die Widerstandsfähigkeit gegen Biegung wächst, so lässt sich erwarten, dass in den Fällen, wo überhaupt die Wolle eine grosse Tendenz zur Kräuselung besitzt, die feineren Haare sich stärker kräuseln als die dickeren, gröberen. Insofern besteht zwischen dem Masse der Kräuselung und der Feinheit der Wolle ein Zusammenhang, der zu einer Klassifikation der Wolle geführt hat und die Feinheitsbestimmung auf Grund der Kräuselung zulässt, indem nämlich erfahrungsmässig auf 26 mm. gekräuselte Wolle

1)	von	4	bis	5	Grad	Dolland	(Superelekta)	kommen	28 bis 32	Bögen.
2)	«	«		6	«	«	(Elekta)	«	26 « 28	«
3)	«	«		7	«	«	(Prima)	«	24 « 26	«
4)	«	«		8	«	«	(Sekunda)	«	22 « 24	«
5)	«	«		9	«	«	(Tertia)	«	20 « 22	«
6)	«	«		10	«	«	(Quarta)	«	18 « 20	«
7)	«	10	«	11	«	«	(Quinta)	«	16 « 18	«
8)	«	11	«	12	«	«	(Sexta)	«	12 « 15	«

Zur Aufsuchung der Kräuselung kann man sich statt des Mikroskops eines sehr einfachen Werkzeugs (Woll-Klassifikator) bedienen. Dasselbe besteht aus einem dünnen Lineal oder einer polygonalen Scheibe aus Messing, dessen Kanten mit regelmässigen Auszackungen versehen sind und zwar so, dass auf je 25 mm. Kantenlänge so viel Auszackungen kommen, als der Bogenzahl einer Wollklasse entspricht, also nach obiger Skale der Reihe nach: 30, 27, 25, 23, 19, 17, 13. Zur Prüfung der Wolle sucht man nun diejenige Stelle des Klassifikators, deren Auszackungen mit den Bögen zusammenfallen. — Gewöhnlich begnügt man sich mit fünf Abstufungen und benutzt demnach ein Lineal mit fünf Abschnitten zu je 26 mm. Länge oder eine fünfeckige Platte von 26 mm. Seite, welche einzeln enthält:

1)	28	Auszackungen	für	Elekta	und	gezeichnet	ist	mit E
2)	23	«	«	Prima	«	«	«	« P
3)	20	«	«	Sekunda	«	«	«	« S
4)	16	«	«	Tertia	«	«	«	« T
5)	12	«	«	Quarta	«	«	«	« Q

Die Einfachheit des Wollklassifikators ermöglicht leicht und schnell eine indirekte Feinheitsbestimmung, weshalb dieses Werkzeug vielfach an-

gewendet wird. — Ausserdem jedoch erkennt ein geübtes Auge an einzelnen Haaren oder am Stapel die Feinheit und Kräuselung oft in genügendem Grade.

4) Für die Verarbeitung der Wolle und die Verwendung derselben zu bestimmten Zwecken ist eine Gleichmässigkeit der Dicke und der Kräuselung nothwendig oder erwünscht. Diese Gleichförmigkeit heisst Treue oder Ausgeglichenheit (Wellentreue). Untreue Wolle dahingegen besitzt an verschiedenen Stellen verschiedene Dicke und Kräuselung (wellenuntreu); sie liefert unter sonst gleichen Verhältnissen ein unregelmässiges Gespinnst. — Da die erste auf den Lämmern sitzende Wolle in Spitzen ausläuft, so ist diese Lammwolle zu den untreuen Wollen zu rechnen. — Die Ursache der Entstehung untreuer Wolle ist eine durch unregelmässige Ernährung oder durch Krankheit entstehende Störung im Wachsthum der Haare. Findet diese Störung so auffallend Statt, dass im Fliess ein sich durchziehender Streifen sichtbar wird, so wird dieser Fehler mit zweiwüchsig oder abgesetzt bezeichnet.

5) Wenn ein Wollhaar gerade gestreckt und sodann wieder frei gelassen wird, so kehrt es mehr oder weniger vollständig in die ursprüngliche Gestalt zurück. Diese Eigenschaft heisst die Elastizität, welche sich jedoch ebenso gut äussert, wenn man ein Büschel Wolle zusammendrückt, indem dasselbe nach Aufhebung des Druckes sich wieder hebt. Die letzte Erscheinung dient als Probe der Elastizität, deren richtiges Maass man an einem langsamen Heben erkennt.

6) Unter Festigkeit (Stärke, Nerv, Kraft) wird der Widerstand gemeint, den das Haar einem Abreissen entgegensetzt. — Die Bestimmung der Festigkeit wird in der Regel sehr unzuverlässig durch Abreissen einiger Wollhaare zwischen den Fingern gemacht. Zu genaueren Bestimmungen gebraucht man besonders konstruirte Zerreissungsapparate, die denjenigen ähnlich sind, welche später als Garndynamometer zu erwähnen sind. — Je nach der Feinheit des Haares trägt dasselbe 3 bis 46 Gramm.

7) Bei der Festigkeitsprobe zeigt es sich, dass das Haar sich vor dem Zerreissen um eine bedeutende Grösse ausdehnt, also einen hohen Grad derjenigen schätzbaren Eigenschaft besitzt, welche die Dehnbarkeit genannt wird. — Durch Vorrichtungen an den Festigkeitsmessern ist die Dehnbarkeit bei feinen Wollen auf 30 bis 40, bei treuen groben Wollen auf 40 bis 50 Prozent bestimmt.

8) Im Gegensatz zur Dehnbarkeit steht die Brüchigkeit, womit der Mangel an Dehnbarkeit bezeichnet wird.

9) Mit der Elastizität und der Dehnbarkeit ist eine Eigenschaft der Wolle verwandt, welche sich in einem Aufrollen oder Kräuseln (Schnirren) zeigt, das oft unter gewissen Einflüssen (Wärme, Feuchtigkeit, chemische und mechanische Mittel, beim Abreissen) zeigt, und Zusammenziehungsfähigkeit oder Schnirrfähigkeit genannt werden könnte.

10) Desgleichen gehört hierher die Biegsamkeit (Geschmeidigkeit), wodurch die Fähigkeit der Wolle, sich leicht biegen zu lassen, ausgedrückt wird.

11) Als eine für die Verwendung wichtige Eigenschaft ist noch die Sanftheit (Milde, Zartheit, Weichheit) anzuführen, welche sich durch Befühlen kund giebt und die Folge einer grossen Glätte und Biegsamkeit ist. Da beim Antasten einer Probe sanfter Wolle ein Gefühl erzeugt wird, wie beim Betasten von Seidenfasern, so spricht man auch von Seidenartigkeit. Der Mangel an Milde wird durch hart, barsch, straff und rauh bezeichnet.

12) Ebenso ist mitunter ein glänzendes Ansehen (Glanz) der Wolle eine für die Verwendung höchst erwünschte Eigenschaft. — Man unterscheidet dabei wohl als Abstufungen: Silberglanz oder Edelglanz, Seidenglanz und Glasglanz, und nennt die glanzlose Wolle trübe.

13) In Betreff der Farbe ist zu bemerken, dass der grösste Theil der gewonnenen Wolle weiss d. h. farblos und nur ein geringer Theil schmutzig braun, schwarz, fuchsig und grau ist.

14) Eine sehr beachtenswerthe Eigenthümlichkeit der Wolle ist noch ihre grosse Hygroskopizität[1]), vermöge welcher sie aus der Luft eine bedeutende Menge Feuchtigkeit anzieht, und im gewöhnlichen Zustande davon 15 bis 18 Prozent enthält, aber in feuchten Räumen davon 30 bis 40 Prozent aufnimmt. Durch Trocknen an der Luft vermindert sich der Wassergehalt auf 7 bis 11 Prozent.

Durch das gleichzeitige Zusammentreffen einiger oder mehrerer der genannten Eigenschaften wird die Wolle sehr grosse Mannigfaltigkeiten zeigen und sowohl in der Verarbeitungsfähigkeit als in dem Gebrauchswerth höchst verschieden sein. Für die Verarbeitung derselben sind als besonders wichtig hervorzuheben: die Oberflächenrauhigkeit, die Kräuselung, die Feinheit, die Länge, die Elastizität, die Dehnbarkeit und die Schnirrfähigkeit. — Es ist schon oben erwähnt worden, dass das Wollfett die Haare zusammenklebt und ihnen im Stapel eine gezwungene Lage giebt. Eine weitere Wirkung des Fettes jedoch ist die Abhaltung des Wassers. Durch die Beseitigung des Fettes gewinnt das Haar daher eine freiere Bewegung und die Hygroskopizität wieder, in Folge dessen dasselbe erweicht, eine erhöhte Steigung zum Zusammenschrumpfen erhält, und unter Einwirkung einer äusseren Kraft sich leicht in eine andere Form bringen lässt, in welcher es beharrt, wenn die Feuchtigkeit verdunstet ist, während die äussere Einwirkung blieb. Wenn daher eine Quantität Wolle, die durch das Wachsthum zu spiraligen Windungen geneigt ist, angefeuchtet und einem anhaltenden schiebenden Drucke ausgesetzt wird, so bildet sich ein unentwirrbarer Klumpen von Haaren, aus welchem einzelne Haare um so weniger nicht ohne abzureissen herausgezogen werden können, je stärker die schuppenförmige Ausbildung der Oberfläche ist. Der so entstehende Haarklumpen wird Filz (Feutre, *Felt),* und die zur Erzeugung desselben erforderliche Eigenschaft der Wolle die Filzbarkeit genannt.

Die Filzbarkeit der Wolle gewährt nicht nur die Möglichkeit, aus losen Haaren einen festen Körper herzustellen, sondern auch ein aus Wollgarn erzeugtes Gewebe zu verfilzen (Feutrer, *Felting*), um ihm ein besonders dichtes, festes Gefüge zu geben. Solche Gewebe werden tuchartige (Etoffes drapées, E. lainées, *Clothing)* genannt, woher denn auch die zu ihrer Anfertigung geeignete Wolle den Namen Tuchwolle erhalten hat.

Der Grad der Filzbarkeit wird wesentlich bemessen durch die Kräuselung, die Rauhigkeit der Oberfläche, die Biegsamkeit also auch Feinheit der Wolle und durch ihre Länge in sofern als bei Anwendung kurzer Wolle auf der Oberfläche der Tuche eine grössere Anzahl Häärchen frei liegen und die Bildung einer Filzdecke erleichtern. Nicht oder wenig gekräuselte, lange Wolle eignet sich daher nicht zur Anfertigung tuchartiger Stoffe, sondern nur zur Erzeugung glatter Wollenzeuge. Da nun zwischen Kräuselung und Länge ein ebenso merkwürdiger Zusammenhang besteht als zwischen Kräuselung und Feinheit (S. oben S. 501), so dass nämlich

1) Zeitschr. für Wollinteressenten, 1870. S. 100 u. 385; 1871. S. 168.

die kurze Wolle auch zugleich die am stärksten gekräuselte ist und da die kurze Wolle durch sog. Kratzen oder Streichen, die lange durch sog. Kämmen zum Spinnen vorbereitet wird, so theilt sich bezüglich ihrer Verwendung und Verarbeitung die Wolle zunächst in zwei Haupt-Klassen. Die eine Klasse bildet die Tuchwolle, kurze Wolle, Streichwolle, Kratzwolle (Laine courte, L. de carde, L. à carder, *Clothing wool*, *Short wool*, *Carding wool)* zur Erzeugung der tuchartigen oder verfilzten Zeuge (Draperie, Etoffes drapées, E. lainées, *Clothing*).

Die zweite Klasse umfasst die lange Wolle oder Kammwolle (Laine longue, L. de peigne, L. à peigner, Etaim, Estame, *Long wool*, *Combing wool*), aus welcher die glatten Wollenzeuge (Kammwollzeuge, Etoffes rasés, *Worsted goods)* hergestellt werden.

Die Tuchwolle soll im Allgemeinen Haare über 100 mm. Länge (im gestreckten Zustande gemessen) nicht enthalten. Nur für sehr grobe Stoffe kann die Länge etwas grösser sein.

Bei der Kammwolle dahingegen sind Haare, welche weniger als 80 mm. Länge besitzen, nicht zulässig. Gewöhnlich liegt die Länge zwischen 120 bis 240 mm., weil Haare von mehr als 240 mm. Länge Schwierigkeiten in der Verarbeitung verursachen und schon selbst für gewöhnliche Verwendungen gern vermieden werden, da lange Haare selten Feinheit, Weichheit und Geschmeidigkeit in bemerkenswerthem Grade besitzen.

Es liegt in der Natur des in Rede stehenden Materials, dass dasselbe nicht in streng abgemessenen Längen-Abstufungen, sondern in allmählichen Uebergängen vorhanden ist, und dass also eine scharfe Trennung zwischen Tuchwolle und Kammwolle nicht vorgenommen werden kann, sondern dass vielmehr bald lange Tuchwolle als lange Wolle und kurze Kammwolle als kurze Wolle zu gelten hat. Diese Uebergänge sind daher in den Fällen verwendbar, wo die Erzeugung solcher Garne und Zeuge z. B. bezweckt wird, die eine geringe Verfilzung zulassen dürfen, aber besondere Lockerheit bekommen sollen. Die dazu verwendbare Wolle wird Halbkammwolle genannt.

Schon oben wurde angedeutet, dass die Wolle unter Anderem wesentlich verschieden ist, je nach der Schafraze, die sie erzeugt und je nach dem Körpertheile eines Thieres, auf dem sie gewachsen ist.

Nach der Beschaffenheit der Wolle unterscheidet man nun das Höhe- oder Landschaf mit kurzer etwa 36 bis 150 mm., höchstens 250 mm. langer Wolle und das Niederungsschaf mit Wolle von 170 bis 450 und sogar mit 550 mm. Länge, und ausserdem eine grössere Zahl Razen, welche durch Paarung und Untereinandermischung entstanden sind und durch Wollen sich auszeichnen, welche einzelne Charaktere besonders stark ausgeprägt besitzen. Hierher gehören z. B. das Merino- oder spanische Landschaf, trägt eine besonders feine, stark gekräuselte, treue, sanfte, feste und elastische, zu Tuch vorzüglich verwendbare Wolle (Merinowolle). — Die Merinoschafe zerfallen sodann noch in die zwei Stämme Elektoral mit Elektoralwolle und Negretti mit Negrettiwolle, wovon die erstere als ganz besonders fein, die zweite als weniger fein gilt. — Ein Elektoralschaf mit starkem, wollreichem Fliess wird wohl auch Eskurial genannt.

Das gemeine deutsche Landschaf liefert für sich allein durchschnittlich grobe, nicht stark gekräuselte, spröde Wolle (Landwolle, Laine indigène). Zum Zweck der Veredlung (Veredelte Schafe), mit Widdern der Merinoraze gepaart, nähert es sich allmählich dem Merinoschafe soweit, dass die Abkömmlinge dieser Paarung (Metis, Mestizen) in der sechsten, siebenten

und achten, mitunter gar schon in der fünften Generation Wolle erzeugen, welche der Merinowolle völlig gleich ist. — Das deutsche Merinoschaf, welches eine Wolle trägt, die in der Feinheit der Elektoral-, in der Ueppigkeit des Fliesses der Negretti-Wolle gleichkommt, ist eine aus Negrettischafen mit Elektoral-Widdern gezüchtete Raze.

Bezüglich der Eintheilung des Fliesses ist zu bemerken, dass folgendes dabei zu berücksichtigen ist. Die feinste und vorzüglichste Wolle I. sitzt auf den Blättern (Schulterblättern) der Thiere. Darauf folgt die Wolle von den Rippen, den flachen Seiten des Halses und den Seiten des Leibes (Flanke) II., welche fast so fein als I. ist. Die Wolle von den Seitenflächen der Hinterschenkel (Hosen oder Keule) III. schliesst diejenige Gruppe ab, welche die edleren Theile genannt wird und den Werth des Fliesses bestimmt. Die zweite Gruppe wird sodann gebildet von den Wollen, welche in absteigender Güte am Nacken, Widderrist, Rücken, Kreuz IV.; an der Kehle, der Wamme, der Brust, der Schwanzwurzel und den Füssen V.; am Bauch, an der Stirn, am Scheitel VI. und endlich am hinteren Theile der Hinterschenkel (Wolfsbiss) VII. sitzen. Hiernach theilt man die Wolle etwa auch ein und bezeichnet sie mit Superfein, Ertrafein oder Hochfein, Fein, Fein-Mittel, Gut-Mittel, Gut-Ordinär, Ordinär. In manchen Fällen geht man in der Sortirung für den Handel — welche jedoch stets auch mit Rücksicht auf kurze oder lange Wolle stattfindet — noch weiter, indem man alle oben erwähnten Eigenschaften der Wolle mit in Anschlag bringt. Für die Verarbeitung hat jedoch eine so weitgehende Sortirung nur einen Zweck, wenn man für bestimmte Verwendungen bestimmte Gebrauchseigenschaften, also gewisse Wollsorten zu nehmen hat.

Gewonnen wird die Wolle durch Abschneiden des ganzen Fliesses von dem Körper des Thieres (Scheren, Schur, Tondre, Tonte, *Shearing*) vermittelst der sog. Schafscheren (Forces, *Sheepshears* [1]). Hierbei ist des Sortirens wegen erforderlich, dass das Fliess im Zusammenhange bleibt (Fliesswolle gegenüber den zerrissenen Theilen, welche Locken heissen), wozu eine gewisse Uebung in dieser Manipulation erforderlich ist, wenn auch der die Haare zusammenklebende Wollschweiss das Zusammenhalten wesentlich bedingt. — Die Schur findet an einem Thier einmal oder zweimal jährlich Statt, wesshalb man denn auch die Wolle einschurig (Einschur) oder zweischurig (Zweischur) und dann im letzteren Falle Winterwolle oder Sommerwolle nennt, jenachdem sie im Winter oder Sommer gewachsen, also im Frühling oder Herbst abgeschnitten ist. — Die Wolle todter Thiere hat einen geringeren Werth und wird daher als Sterblingswolle, Fellwolle (Laines mortes) abgesondert. — Noch werthloser ist die in den Gerbereien von den Fellen nach dem Kalken derselben abgeraufte Wolle (Raufwolle, Gerberwolle, Ecouailles).

Gelegentlich der Schur werden auch die schlechtesten Theile des Fliesses als Stücke oder Abrisse bei Seite gelegt und die sog. Stichelhaare (bei feiner Wolle mitunter vorkommenden, kurzen, weissen, glänzenden, steifen Haare) und die ähnlichen, groben, langen Haare (Hundhaare, Ziegenhaare, Binder, falsche Haare, Jarre, *Dog-hair*) entfernt.

II. **Seide** [2]).

Mit dem Namen Seide (Soie, *Silk*) bezeichnet man jenes eigenthümliche, langfadige Produkt der Seidenraupe (Seidenwurm, Ver à soie, Magnan,

1) Techn. Encyklop. Bd. XII. S. 338. — Grothe, Gespinntfasern, Bd. I. S. 162.
2) Karmarsch-Hartig, Mech. Techn., Bd. 2. S. 1340. — Haas, die deutsche Seidenzucht, Leipzig 1852. — Reichenbach, Seidenraubenzucht und Kultur des Maulbeerbaumes in China, München 1867. — Duseigneur-Kléber, Le cocon de Soie, Paris 1875.

Silk-moth, *Silk-wurm*) aus dem dieselbe sich die Hülle herstellt, in welcher sie die Metamorphose zum Schmetterling durchmacht. Diese unansehnlichen, grauweissen Schmetterlinge (Seidenspinner, Maulbeerspinner, Bombyx mori), die zu den Nachtfaltern gehören und sich in der Hülle nach 2 bis 3 Wochen entwickeln und dann zum Ausschlüpfen die Hülle durchbeissen (indem sie dieselbe mit einem aus dem Munde kommenden Saft erweichen); begatten sich sofort nach dem Auskriechen und sterben sehr bald, nachdem das Weibchen eine Anzahl Eier (Grains, Samen, Graines, *Graines*, *Seed*) gelegt hat, aus welchen nun wieder mit Hilfe von Wärme, kleine Raupen ausgebrütet werden, die in einer Temperatur von 20 bis 35° C. und mit gehöriger Nahrung versehen, sich sehr schnell entwickeln. Als Nahrung dienen die Blätter des weissen Maulbeerbaumes (Morus alba). Das Thier nimmt davon so viel zu sich, dass dasselbe innerhalb 30 Tage sein Gewicht um das vier- bis sechstausendfache vermehrt und zu einer Länge von 75 bis 90 mm. auswächst. Während dieser Wachsthumsperiode haben sich in dem Thiere zwei lange Blasen ausgebildet und mit einem Saft von der Konsistenz des Honigs gefüllt, welcher die Eigenthümlichkeit besitzt, an der Luft zu einer festen Substanz zu erhärten. Zum Zwecke des Verpuppens treibt die Raupe diesen Saft durch zwei kleine, unter dem Mund ausmündende Oeffnungen gleichzeitig in der Gestalt zweier, sehr feiner Fäden heraus, welche unmittelbar vor den Oeffnungen zu einem Faden zusammenkleben und erhärten. Aus diesem Faden bildet nun die Raupe die Verpuppungshülle, indem sie zunächst das Fadenende in den Winkeln dünner Zweige, an ausgespannten Netzen, an hölzernen, kleinen, mit Papier belegten Rahmen etc. befestigt und nun solange um sich herumschlängelt (Einspinnen), bis durch das Zusammenkleben der Fadenwindungen ein dünnwandiges, eiförmiges oder zylindrisches, dichtes Gehäuse von etwa 33 bis 36 mm. Länge und 20 bis 25 mm. Durchmesser entsteht. Dies Gehäuse (Kokon, Gallette, Cocon, *Cocoon*), welches inwendig pergamentartig aussieht und äusserlich ein lockeres Gefüge hat, bedarf zur Herstellung, wegen des äusserst geringen Durchmessers (0,013 bis 0,026 mm.) des Seidenfadens (Kokonfaden) einer sehr grossen Länge desselben, welche denn auch mehr als 3000 m. beträgt. Trotzdem ist das Gewicht der Kokons sehr gering, indem je nach der Grösse 400 bis bis 600, mitunter sogar 1000 auf ein kg. gehen. — Die Farbe der Kokons, also die Naturfarbe der Seide ist entweder weiss und zwar blendend weiss, bläulich, gelblich und grünlich, oder gelb vom hellen Kanariengelb bis zum tiefen Goldgelb. Ausserdem kommen grüne, röthliche, selten braune Kokons vor.

Da der Kokon aus einem einzigen, langen Faden entstanden ist, so kann man den letzteren gewinnen, wenn es gelingt, denselben wieder abzuwickeln, wozu nur erforderlich ist, das Klebmittel zwischen den einzelnen Fadenlagen aufzulösen oder zu erweichen, ohne dass der Faden selbst erweicht. Der Klebstoff nun besteht aus einem zum grössten Theil in warmem Wasser löslichen oder erweichenden Leim und Eiweissstoff nebst etwas Wachs oder Harz und bildet um die eigentliche Seidenfaser (Fibroin, Serizin) einen Ueberzug, der etwa 46 % der Masse beträgt und bei der gelben Seide zugleich den Farbstoff enthält. Demnach braucht man zum Zweck der Abwickelung die Kokons nur eine Zeit lang in warmem Wasser liegen zu lassen. — Das Abwickeln selbst geschieht dann in der Weise, dass man den Faden auf einen Haspel leitet und durch Drehung des letzteren zu Strähnen (Flottes) aufwickelt (Haspeln, Tirer, Devider, *Reeling*). Wegen seiner grossen Zartheit und Feinheit wird der einzelne

Kokonfaden für sich weder verarbeitet noch abgehaspelt. Vielmehr werden beim Abhaspeln bereits mehrere Fäden (Brins) (je nachdem die Seide fein oder dick sein soll 3 bis 20) zusammengelegt und von ebensoviel Kokons abgezogen, wobei sie sich durch den aufgeweichten, aber mit dem Austrocknen wieder erhärtenden Leim zu einem Faden (Bout) vereinigen. Zur Führung der Fäden sind Glasaugen (Fadenleiter, Barbin) angebracht und damit die Fäden auf dem Haspel nicht zusammentrocknen, so ist das letzte Führungsauge vor dem Haspel mit einer hin- und hergehenden Stange (Laufstock) verbunden, wodurch der Seidenfaden gezwungen wird, sich spiralig und kreuzweise über einander zu legen. — Die ohne Weiteres zusammen durch die Führungsringe laufenden Fäden würden nicht mit der nöthigen Sicherheit einen zusammenhängenden, runden, glatten Faden bilden. Darum werden sie unmittelbar nach der Vereinigung einem allseitigen Druck ausgesetzt, indem man je zwei auf einer Länge von 75 bis 100 mm. um einanderschlingt und dann wieder auseinander gehen lässt. Vermöge dieser Kreuzung werden die einzelnen Kokonfäden scharf an einander gedrängt und zu einem Faden zusammengepresst, der sich mit dem zweiten gegenseitig abreibt, glättet und abrundet.

Zur näheren Erklärung mag der in Fig. 377 skizzirte, viel gebrauchte

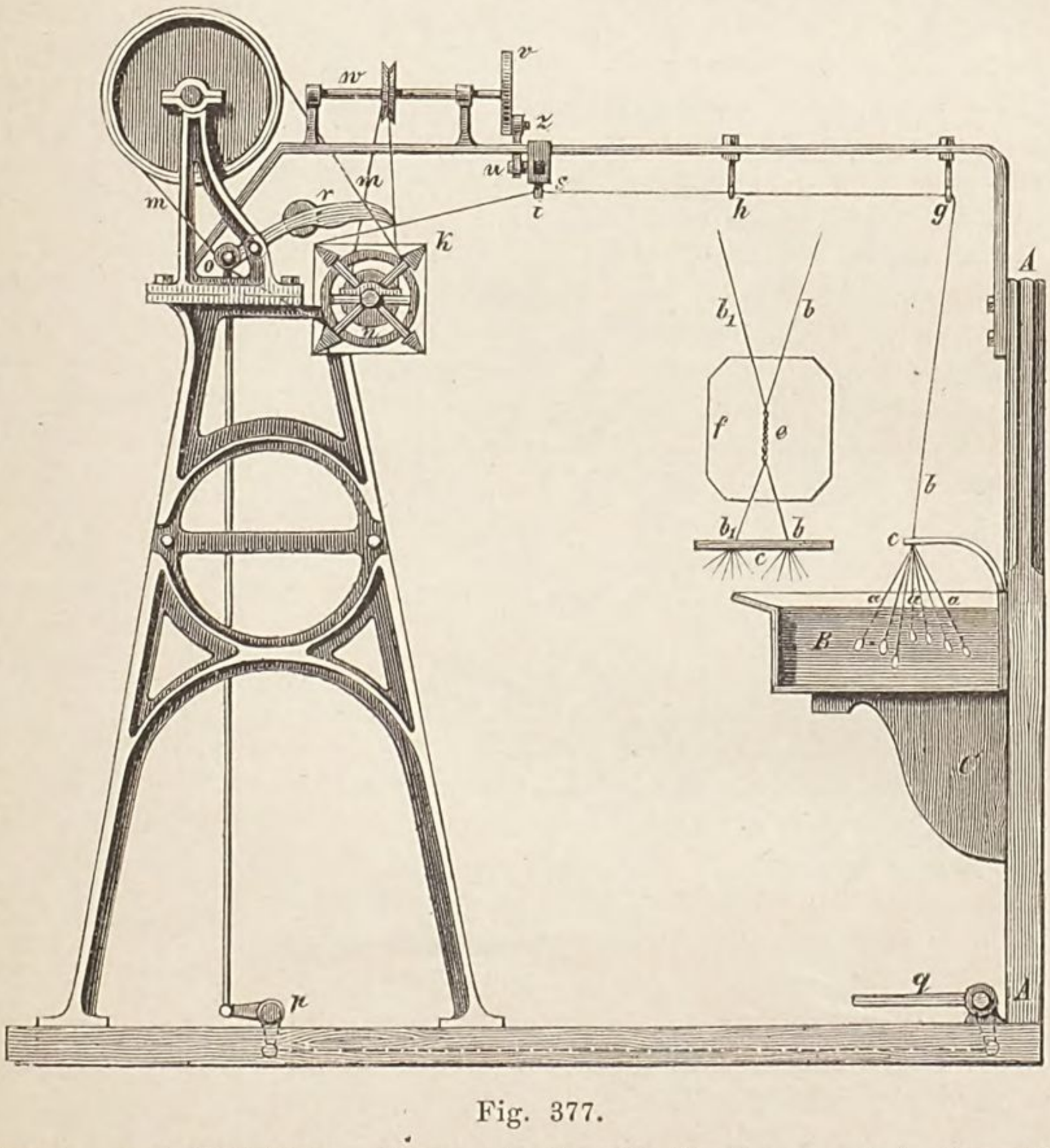


Fig. 377.

Seidenhaspel (Dévidoir, Tour, Asple, *Reel*) dienen; bei einem Holzständer A befindet sich von Konsolen C getragen, das aus Zink angefertigte Gefäss B zur Aufnahme des auf 25 bis 27° C. zu erhaltenden

Wassers und der Kokons. Die Kokonfäden a vereinigen sich, durch ein Glasauge c geführt, zu dem Faden b, der sich bei e vor einer schwarzen Tafel f mit einem zweiten Faden b kreuzt und dann durch Glasaugen g und h geführt zu dem Laufstock i und von hier zu dem Haspel k geht. Der Haspel k, der die Drehbewegung von einer Riemscheibe vermittelst eines Riemens m, welcher die auf der Haspelwelle sitzende Riemscheibe n mitnimmt, erhält, besteht aus 4, bei manchen Maschinen aus 6 oder 8 hölzernen, zur Vermeidung des Anklebens des Seidenfadens, stumpf keilförmig angehobelten Latten, wovon die eine sich zurückschieben lässt, um die aufgehaspelte Seide abnehmen zu können.

Zur Regulirung der Bewegung, die beim Abhaspeln der Seide durchaus nothwendig ist, da die Geschwindigkeit von mancherlei Nebenumständen abhängt, dient die Zugvorrichtung opq, durch welche die Spannrolle o nach Bedürfniss vermittelst des auf q stehendes Fusses des Arbeiters gegen den Riemen m gepresst wird, während bei Aufhebung des Zuges durch das Uebergewicht r, der Hebel or als Bremse auf einer Scheibe der Haspelwelle zur Wirkung kommt und einen plötzlichen Stillstand veranlasst.

Die Erzeugung der spiraligen Lage des Fadens auf dem Haspel erfolgt mit Hilfe des Laufstockes i, der in zwei Büchsen vermittelst einer kleinen Zugstange u und des auf einer sich drehenden Scheibe v sitzenden Zapfens z parallel zum Haspel sich etwa 100 bis 120 mm. hin und herbewegt. Die Welle w, welche die Scheibe v trägt, erhält die Drehung, unabhängig von der Drehung der Antriebsscheibe, von einer Schnurrolle der Haspelrolle durch die Schnur z und Rolle x.

Dieser Haspel dreht sich durchschnittlich mit 100 bis 200 Umdrehungen pro Minute und liefert täglich je nach der Zahl der Kokons, die einen Faden bilden, 200 (von 3 Kokons) bis 500 gr. (von 7 Kokons) Seide, wenn derselbe gleichzeitig zwei Strähne bildet.

Wenn der in dem Kokon ausgebildete Schmetterling sein Gehäuse verlassen will und sich zu dem Zwecke eine Oeffnung verschafft, so werden die an dieser Durchbruchstelle liegenden Kokonfäden und somit der ganze Faden in viele Stücke abgerissen und zum Abhaspeln untauglich. Desshalb müssen zur Vermeidung dieser durchgebissenen Kokons, die Puppen, soweit sie nicht zur Fortpflanzung dienen sollen, in den Kokons getödtet werden (Eteindre, Etouffer), was gewöhnlich durch Hitze, seltener durch tödtende Dämpfe etc. geschieht. Entweder verwendet man im ersteren Falle eine trockene Hitze oder Wasserdampf. Zum Tödten vermittelst trockener Hitze ist ein Backofen sehr geeignet (Backen), in den man die in Körbchen gelegten Kokons einschiebt und mit der Vorsicht, dass die Temperatur nicht über 75° C. steigt und unter 55° C. fällt, darin lässt. Das Backen dauert etwa 2 bis 3 Stunden. Das Ende dieser Operation erkennt man an dem Verstummen des Geräusches, das die Puppen durch ihre, in Folge der Hitze entstehende Bewegung verursachen. Da beim Backen eine ziemlich bedeutende Gefahr für das Versengen der Seide entsteht, so ist die Tödtung mittelst Wasserdampf vorzuziehen und gewöhnlich im Gebrauch. Man bedient sich in kleinen Etablissements dazu eines eingemauerten Waschkessels, in dem sich Wasser befindet, das durch, unter dem Kessel angemachtes Feuer zum Sieden erhitzt wird. Auf diesem Kessel wird ein hölzernes Gitter oder ein Lattenkasten zur Aufnahme der Kokons gesetzt und mit einem Sturz zum Zusammenhalten des Dampfes überdeckt. Die dem Dampfe ausgesetzten Puppen sind in 15 bis 20 Minuten getödtet. Nach dieser Zeit werden die Kokons abgenommen und nun noch einige Stunden durch Bedecken mit wollenen Decken gegen schnelle Ab-

kühlung geschützt. In grösseren Anstalten wird zum Tödten erwärmte Luft oder Wasserdampf aus einem Dampfkessel benutzt, der in besondere Kammern geleitet wird, in welchen die Kokons auf Hürden aufgeschüttet sind. — Die mit warmer Luft behandelten Kokons erleiden durch das Austrocknen einen Gewichtsverlust von 40 bis 50 Prozent, während die mit Wasser oder Dampf behandelten ein so bedeutendes Quantum Wasser besitzen, dass sie besonders getrocknet werden müssen, wenn sie nicht sogleich abgehaspelt werden. Das sofortige Abhaspeln ist übrigens auch desshalb vorzuziehen, weil der durch das Austrocknen erhärtete Leim sich nachträglich weniger leicht aufweicht. — Die Tödtung der Puppen durch Kampfer oder Terpentinöl, mit dem sie in eine Kiste gepackt werden, sowie durch Spiritusdämpfe, Leuchtgas, Schwefelwasserstoff, Schweflige Säure, ist im Grossen nicht durchgeführt.

Vor dem Haspeln werden die Kokons einer Sortirung unterworfen, um die besten, durch Regelmässigkeit der Form, Gleichmässigkeit in der Farbe und in der körnigen Oberfläche, grosses Gewicht und Festigkeit des Fadens erkennbaren Kokons von den weniger werthvollen, die hell weissen von Grün, Gelb u. s. w. gefärbten und den fleckigen zu trennen, sowie die zum Abhaspeln untauglichen, löcherigen, verschimmelten oder angefaulten und die Doppelkokons (mit zwei Puppen und sehr verwirrter Fadenlage) auszuscheiden.

Die abgehaspelte Seide, welche Rohseide, rohe Seide oder Grezseide (Grège, Grèze, Soie grège, Soie non ouvrée, *Ram silk*) genannt wird und aus einer mehr oder weniger grossen Zahl von Kokonfäden besteht, soll möglichst vollständig rund, glatt und überall gleichdick sein.

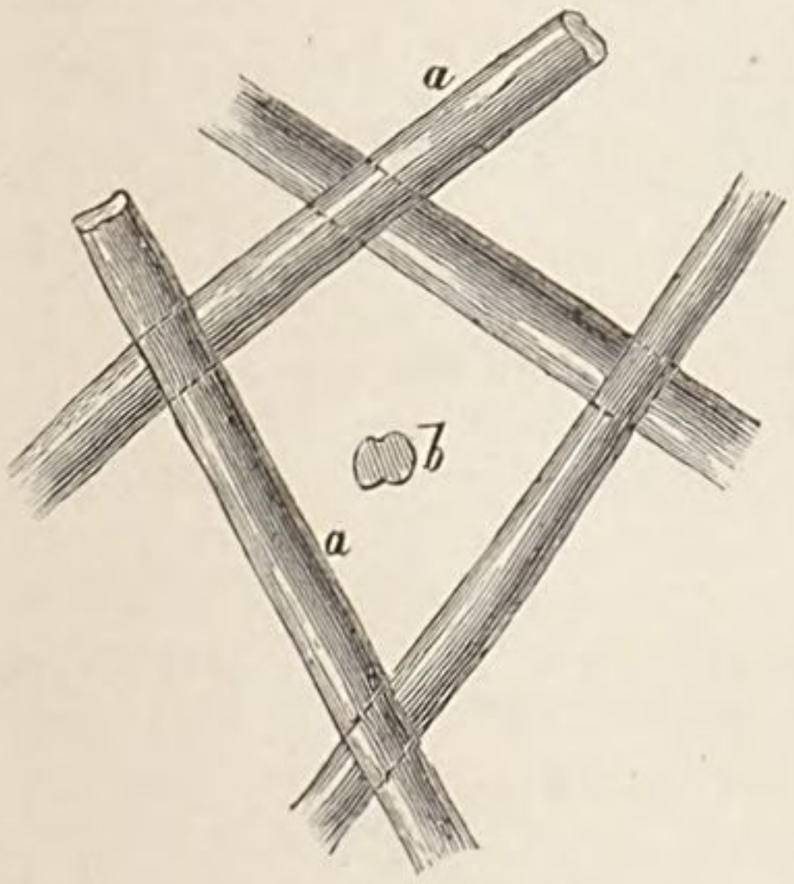


Fig. 378.

Der Seidenfaden, wie er von der Raupe erzeugt wird, ist in Folge der Entstehung, wie Fig. 378 b erkennen lässt, im Querschnitt nicht rund, sondern von einer aus zwei abgeplatteten Kreisen gebildeten Form, an der Oberfläche jedoch vollständig glatt und deshalb glänzend. Besonders bemerkenswerth ist seine grosse Festigkeit, indem derselbe zum Abreissen, dem jedoch eine Verlängerung von 15 bis 20 % vorangeht, eine Belastung von 40 bis 44 Kg. auf 1 □mm. fordert.

Beim Abhaspeln der Kokons ist es nicht möglich, den Faden in seiner ganzen Länge zu gewinnen, einmal weil die auswärts herumhängenden Fäden aus abgerissenen Enden bestehen und dann, weil die innere Wand des Kokons so fest verklebt ist, dass sie sich nicht abwickeln lässt. Die Länge des haspelbaren Fadens beträgt demnach nur $^1/_{10}$ bis $^1/_4$ des ganzen Fadens, also 300 bis 900 m.; weshalb man zu 1 kg. gehaspelter Seide, 7 bis 9 kg. gebackene oder 10 bis 16 kg. frische (grüne) Kokons gebraucht.

Das Resultat des Haspelns besteht demnach in einem ziemlich langen Faden und einem sehr bedeutenden Abfall. Weil ausserdem auch die durchbissenen Kokons, die Doppelkokons, die angefaulten und überhaupt die nicht abzuhaspelnden zu dem Abfall gerechnet werden müssen, der wegen seines hohen Werthes ebenfalls zu Gespinnt (Floretseide, Fleuret, Filoselle, *Floret-silk*, *Floss silk*, *Ferret*, *Flirt*, *Flurt*) verarbeitet wird, so

bildet die Gewinnung der Seidenfasern aus dem Abfall einen wichtigen Theil der Seidenspinnerei.

Die Seidenabfälle (Galletseide, Bourre de soie, *Silk waste*, *Waste silk*, *Sclare silk*) werden verschieden benannt. — Das lockere Gewebe um die Kokons, welches beim Aufsuchen der Enden zum Zweck des Abhaspelns gewonnen wird, oder beim Abnehmen des Kokons von den zum Einspinnen hingestellten Vorrichtungen hängen bleibt, heisst speziell: Flockseide (Frisons, *Flock-silk*, *Knubs*). Mit den unhaspelbaren Häutchen der Kokons (*Husks*) zusammen führen diese Abfälle den Namen Strusi.

Zur Gewinnung der Fasern aus dem Abfall ist zunächst die Beseitigung des Gummi erforderlich, das dieselben zusammenklebt. Dies kann entweder durch einen Fäulnissprozess oder durch Einwirkung auflösender Mittel geschehen. — Zum Zwecke des Faulens wird die Strusi 5 bis 8 oder 10 Tage in Wasser gelegt, das zuerst lauwarm sein und später eine für die Fäulniss günstige Wärme besitzen muss. — Als auflösende Mittel dienen in der Regel schwache Kali- oder Natronlaugen oder Seifenwasser, mit welchen die Kokons mehrere Stunden lang gekocht werden. — Nach der Fäulniss oder nach dem Kochen findet ein gründliches Abwaschen der Fasernmasse Statt und sodann ein Trocknen. Um eine gehörige Reinigung zu bewerkstelligen, die namentlich bei den noch Puppen enthaltenden Kokons schwierig ist, wird wohl ein Quetschwalzwerk, neuerdings aber eine Stampfmaschine von folgender Anordnung verwendet [1]). Ein runder Holzbottich von etwa 2 m. Durchmesser, 500 mm. Höhe und mit siebartig durchlöchertem Boden versehen, dreht sich um eine vertikale Welle langsam herum. Ueber dem Bottich liegt eine Welle mit vier Kreisexzentern, welche vier hölzerne Stampfen so bewegen, dass diese das auf dem Boden des Bottichs liegende Seidenmaterial kräftig stampfen, während zugleich ein zu- und abfliessender Wasserstrom die durch das Stampfen losgelössten Theile fortschaffen. Die Stampfen sind gewöhnlich wie der S. 483, Fig. 364 dargestellte Botthammer mit streifenartig angelegten Stossflächen versehen. — Das Trocknen geschieht auf der Zentrifugalmaschine und in freier Luft oder in erwärmten Räumen, deren Temperatur jedoch 45° C. nicht überschreiten darf.

Zweiter Abschnitt.

Spinnerei im Allgemeinen.

Erstes Kapitel.

Allgemeine Bedingungen für die Erzeugung der Gespinnste.

Die Natur liefert zwar, wie der vorhergehende Abschnitt zeigt, in der Baumwolle, dem Flachs, dem Hanf, der Wolle, der Seide etc. eine für den Gebrauch ausreichende Menge Faserstoffe, allein in einer so geringen Länge, dass sie in der überwiegenden Anzahl von Fällen für sich allein durchaus unbrauchbar erscheinen. Man ist daher für die allgemeine Verwendung und zur Befriedigung des hierdurch bedingten Bedürfnisses

1) Dingler's Journ., Bd. 109. S. 325.

gezwungen, die kurzen Faserstoffe der Natur durch einen gewissen künstlichen Prozess zu einem Faden zu vereinigen, dessen Länge beliebig gross sein kann.

Dieser künstliche Prozess wird das Spinnen[1]) (Filer, *Spin)* und das durch ihn erzeugte Produkt das Garn (Gespinnst, Fil, *Yarn)* genannt.

Ausser der verhältnissmässig geringen Länge besitzen die Faserstoffe auch nur einen sehr kleinen Querschnitt und eine geringe absolute Festigkeit. Um deshalb die Festigkeit des Garnes auf ein gewisses Maass zu erhöhen, ist das Nebeneinanderlegen einer solchen Anzahl von Fasern erforderlich, dass die Summe ihrer einzelnen Tragfähigkeiten gleich ist der verlangten Tragfähigkeit. Da auch die Vermehrung der Festigkeit auf diesem Wege bei der Garnbildung bewerkstelligt werden muss, so hat die Spinnerei (Filature, *Spinning)* noch eine zweite Aufgabe zu erfüllen, nämlich so viel Fasern neben einander zu legen, dass der eben genannten Bedingung Genüge geleistet wird. — Soll die Tragfähigkeit noch weiter erhöht werden, so kann dies auch durch Nebeneinanderlegen mehrerer bereits gesponnenen Fäden geschehen. Die hierzu dienende Operation ist das Zwirnen (Retordre, Retordage, *Doubling*, *Twisting)* und ihr Erzeugniss der Zwirn (Fil retors, *Twine, Doubled yarn).*

Bezeichnet man mit S die Tragfähigkeit des Garnes und mit s diejenige einer Faser, so ist

$$S = n\,s,$$

wenn n die Zahl der zusammengelegten Fasern bedeutet und wenn die Bedingung erfüllt wird, dass sämmtliche n Fasern in gleicher Weise angespannt sind. Dies vorausgesetzt, zeigt die einfache Gleichung $S = n\,s$ nicht nur im Allgemeinen, welche Anzahl von Fasern zu einem Garn von bestimmter Tragfähigkeit gehören, sondern auch zugleich eine bestimmte Eigenschaft eines guten Gespinnstes, nämlich die, dass an jeder Stelle desselben genau dieselbe Zahl der Fasern zusammenliegen muss. Ist an einer Stelle die erforderliche Anzahl n nicht vorhanden, sondern nur $n - m$, so muss hier die Tragfähigkeit um $m\,s$ zu klein sein, also bei einer Anspannung $S - m\,s$ der Bruch erfolgen. Sind umgekehrt dahingegen an einer Stelle $n + m$ Fasern zusummengelegt, so kann die hier um $m\,s$ grössere Tragfähigkeit keinen Nutzen gewähren, weil das Garn doch an einer andern Stelle bei einer Belastung S zerreisst. Daher sind m Fasern verschwendet. — Man erkennt hieraus die grosse Wichtigkeit, welche in der überall gleichen Dicke des Fadens liegt, also die Nothwendigkeit, beim Spinnen das Material in dem Gespinnst durchaus gleichmässig zu vertheilen.

Bei einem Garnstück, dessen Länge grösser als die Länge der Fasern ist, wird jedoch die Festigkeit ausserdem noch bedingt durch die Adhäsion oder Reibung, mit welcher die Fasern aneinander hängen. Zwischen dieser Adhäsion A und der Tragfähigkeit S können die drei Beziehungen stattfinden:

$$1)\ A < S;\quad 2)\ A = S;\quad 3)\ A > S.$$

Ist $A < S$, so wird bei einer Inanspruchnahme des Fadens ein Zerreissen dadurch herbeigeführt, dass an einer Stelle desselben die zusammengelegten Fasern sich auseinander ziehen. Da in diesem Falle die natürliche Festigkeit der Faser nicht genügend ausgenutzt wird, so kann ein Garn, bei dem die Adhäsion zwischen den Fasern

---

1) Karmarsch-Hartig, Bd. II. S. 822. — Schmidt, Lehrbuch der Spinnereimechanik, Leipzig 1857. — Grothe, Techn. der Gespinnstfasern, Berlin 1876. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1874. S. 63 u. 174.

kleiner ist als ihre Festigkeit, im Allgemeinen nicht als richtig gesponnen angesehen werden.

Ist $A = S$, so wird es offenbar vom Zufall abhängen, ob unter denselben Verhältnissen das Zerreissen des Garnes herrührt von dem Zerreissen der einzelnen Fasern oder von dem Auseinanderziehen derselben. Wahrscheinlich wird in diesem Falle sowohl ein Abreissen der Fasern als ein Auseinandergehen die Ursache des Fadenbruches sein. Es ist gewissermassen ein Gleichgewicht zwischen der Adhäsion und der Festigkeit, also ein Zustand vorhanden, welcher die Ausnutzung der natürlichen Fasernfestigkeit zulässt, wenn auch nicht völlig sicher stellt.

Ist aber endlich $A > S$, so kann der Bruch des Fadens nur erfolgen durch Abreissen der einzelnen Fasern, so dass in diesem Falle die Sicherheit für die vollständige Ausnutzung der Fasernfestigkeit geboten wird.

Wenn nun zunächst als Grundsatz der Spinnerei der Satz aufgestellt werden muss: mit möglichst wenig Fasernmaterial ein Gespinnst von möglichst grösster Tragfähigkeit zu erzeugen, so lässt sich leicht nachweisen, welcher von den in oben genannten drei Fällen enthaltenen Wegen am sichersten zum Ziele führt. Wenn $A < S$ so wird offenbar A gleich einer andern kleineren Tragfähigkeit S_1 sein und bei demselben Material die Beziehung stattfinden

$$S_1 = (n - m)\, s\,,$$

d. h. zur Hervorbringung einer Tragfähigkeit S ist die Adhäsion nicht ausreichend, und für die kleinere Tragfähigkeit S_1 sind m Fasern zu viel, also überflüssig in dem Garn enthalten. Diese Beziehung entspricht also nicht dem eben aufgestellten Grundsatz.

Die beiden andern Fälle dahingegen genügen den gestellten Bedingungen, wenn auch nicht mit gleicher Zuverlässigkeit, indem bei der Beziehung $A = S$ nur die Festigkeit einer vom Zufall abhängigen Anzahl, für die Relation $A < S$ aber die der ganzen Anzahl von Fasern ausgenutzt wird.

Man wird daher, wenn der obengenannte Grundsatz massgebend sein soll, bei dem Verspinnen irgend welcher Faserstoffe stets dahin zu trachten haben, dass die Adhäsion zwischen den einzelnen Fasern etwas grösser wird, als die Summe ihrer einzelnen Festigkeiten.

Die Aufgabe des Spinnens zerfällt demnach in 2 Theile:

erstens, in die Hervorbringung der Adhäsion;

zweitens, in die Erzeugung einer solchen Lage der Fasern, dass diese durchaus gleichmässig angespannt werden.

Wenn man um einen Zylinder einen biegsamen Körper, z. B. ein Seil schlingt und dieses Seil anzieht, so lehrt die Mechanik, dass eine in der Längenrichtung des Seiles vorhandene Spannung auf den Zylinder radial gerichtete Drücke ausübt, welche in einem bestimmten Verhältnisse zu dem umspannten Bogen wachsen und daher in demselben Verhältnisse zunehmende Reibungswiderstände hervorrufen. Bezeichnet man hier die in dem Seile vorhandene Spannung mit Q und die Reibung mit R, sowie den Reibungskoeffizient mit f und die Anzahl der Umschlingungen mit u, so entsteht die Gleichung für die Grösse der Reibung

$$R = Q\,(e^{f\,2\,\pi\,u} - 1)$$

wo $e = 2{,}718$ die Basis der natürlichen Logarithmen bedeutet. — Man erkennt zunächst aus dieser Formel, dass die Reibung direkt mit Q wächst und dann für dieselben Werthe von Q und f nur von der Anzahl u der

Umschlingungen abhängt. Es ist ferner ersichtlich, dass die Spannung Q der Reibung gleich wird, wenn

der Faktor $e^{f\,2\,\pi\,u} = 2$ ist, weil dann $R = Q$.

In der Spinnerei wird nun der Widerstand, den die neben einander liegenden Fasern dem Auseinanderziehen entgegensetzen, durch Zusammendrehen der Fasern hervorgerufen, also auf eine Art, welche mit dem Herumlegen eines Seiles um einen Zylinder vergleichbar ist. Wenigstens erklärt die vorstehende Betrachtung zur Genüge, dass die Fasern in dem Falle, wo ihre ganze Festigkeit ausgenutzt werden soll, nur eine Anzahl mal um einander herumzuschlingen sind, um bei der Anspannung einen solchen Reibungswiderstand zu erfahren, als zur Erfüllung der oben erwähnten Bedingung erforderlich ist.

Beim Zusammendrehen eines Bündels von Fasern erhalten die letzteren die Lage einer Schraubenlinie, welche als eine unter konstantem Winkel um einen Zylinder herumlaufende Linie zu betrachten ist. Hat sodann eine Windung in der Achsenrichtung gemessen die Länge l, der Durchmesser des Zylinders die Grösse d, so ist, wenn der Steigungswinkel mit α bezeichnet wird,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l^1}{d\,\pi}.$$

Hieraus ist zunächst zu erkennen, dass der Steigungswinkel α für die in verschiedenen Entfernungen von der Achse liegenden Fasern verschieden sein muss und zwar so, dass dieser Winkel um so grösser wird, je geringer der Durchmesser der betreffenden Faserschicht ist.

Bei den gewöhnlichen Garndicken sind diese Unterschiede jedoch so gering, dass die durch die Durchmesser-Differenzen an demselben Garne entstehenden Winkelverschiedenheiten vernachlässigt werden können. Nur bei grossen Stärken (Stricken, Seilen etc.) kommen sie in Betracht, weshalb diese auch durch Zusammendrehen fertiger Garne also durch ein- oder mehrfaches Zwirnen erzeugt werden müssen, weil nur auf solche Weise sich die gleichmässige Anspannung der Fasern bewerkstelligen lässt.

Da die gleichmässige Anspannung der Fasern bei gleicher Kraftrichtung nur erfolgt, wenn dieselben unter gleichem Winkel ansteigen, so ist demnach zur Erfüllung des oben angegebenen zweiten Theiles der Aufgabe auch die Bedingung gegeben.

Es ist schon vorhin der Beweis geführt, dass die Grösse der Adhäsion oder Reibung zwischen den Fasern unter sonst gleichen Umständen abhängt von der Anzahl u der Windungen oder Schraubengänge, weshalb, in Rücksicht auf die Herstellung einer Adhäsion von solcher Grösse, dass die Fasern eher zerreissen als sich auseinanderziehen, die Zahl dieser Gänge gross genommen werden. Bezeichnet man nun mit l die Länge eines Schraubenganges in der Faser gemessen, so ist, mit Beibehaltung der obigen Bezeichnungen

$$l_1 = l \sin \alpha$$

und somit $l_1 = l$, wenn $\alpha = 90^0$ ist. Da dieser Werth von α aber die Drehung ausschliesst, α vielmehr immer kleiner als 90^0 sein muss, so folgt daraus, dass l_1 stets kleiner als l ist. — Die Länge eines gesponnenen Fadens aber setzt sich zusammen aus den Längen l^1 und nicht aus den Längen l. Daraus folgt, dass aus einem Material von bestimmter Länge dann der längste Faden gewonnen wird, wenn, l_1 möglichst gross, also auch der Winkel α möglichst gross genommen wird.

Die Grösse des Winkels α aber hängt wesentlich mit ab von der Anzahl u der Windungen einer Faser, welche ihrerseits wieder durch die Länge der Faser und die Dicke d des Fadens bedingt werden. Ist nämlich L die ganze Länge der Faser, so ist allgemein

$$u = \frac{L}{l}$$

oder weil

$$\frac{d\,\pi}{l} = \cos\alpha$$

ist, so wird

$$u = \frac{L \cos\alpha}{d\,\pi}.$$

Diese Gleichung zeigt, dass u bei gleichem d um so grösssr wird, je mehr L zu und α abnimmt. Man kann demnach unter sonst gleichen Verhältnissen beim Verspinnen langer Fasern zur Erzeugung einer bestimmten Adhäsion weniger Drehungen, also einen grösseren Drehwinkel nehmen und somit eine grössere Garnlänge erzielen, als bei kurzen Fasern.

Die kürzesten Fasern, welche zum Verspinnen gelangen, sind die aus den Tuchlumpen gewonnenen, indem dieselben von 7 mm. aufwärts versponnen werden. Angenommen nun, dass aus solchen Fasern ein Garn angefertigt werden soll, welches 0,72 mm. Durchmesser und 25 Drehungen auf 100 mm. Garnlänge hat, so ist also zunächst $l_1 = \frac{100}{25} = 4$ mm.

Ferner ist $d\,\pi = 0{,}72 \,.\, 3{,}14 = 2{,}26$, also, weil

$$\frac{l_1}{d\,\pi} = \operatorname{tg}\alpha = \frac{4}{2{,}26} = 1{,}8,$$

so ist

$$\sin\alpha = 0{,}875$$

und daher

$$l = \frac{l_1}{\sin a} = \frac{4}{0{,}875} = 4{,}56.$$

Demnach wird die Zahl der Windungen einer solchen Faser

$$u = \frac{7}{4{,}56} = 1{,}53.$$

Diese Zahl ist so klein, dass in Folge der Faserkürze die Adhäsion zwischen den einzelnen Fasern, gegenüber ihrer absoluten Festigkeit so gering ausfällt, dass damit der oben erklärte Grundsatz der Spinnerei in diesem Falle nicht erfüllt werden kann. Die kurzen Woll-Lumpenfasern sind daher in dem Gespinnst oder dem hieraus erzeugten Gewebe nur als Füllstoff anzusehen.

Die durchschnittliche Länge der Baumwollfaser nur zu 20 mm. angenommen, lässt sich im Vergleich mit dem obigen Beispiel leicht als eine Länge erkennen, welche in dem Baumwollgarn eine fast dreimal so grosse Adhäsion bei demselben Drehwinkel (60°) erzeugt.

Noch günstiger ist das Verhältniss bei den Flachsfasern und der Wolle, überhaupt bei langen Fasern.

Da, wie oben nachgewiesen, der Drehungswinkel α möglichst gross genommen werden muss, wenn man aus einem Material möglichst viel Garnlänge erzeugen will, in Rücksicht auf die Garnfestigkeit aber dieser Winkel eine bestimmte Grösse nicht überschreiten darf, so wirft sich die Frage nach der Grösse des günstigsten Winkel auf.

Vom theoretischen Standpunkte aus würde sich dieselbe aus der Gleichung

$$R = Q\,(e^{f\,2\,\pi\,u} - 1)$$

ermitteln lassen, denn es wird

$$R = Q$$

wenn $e^{f\,2\,\pi\,u} = 2$,

also $f\,2\,\pi\,u = 0{,}7$ (annähernd) ist.

Es bedarf daher nur der Kenntniss des Reibungskoëffizienten f, um die Anzahl der Drehungen und hieraus den Drehungswinkel zu bestimmen.

Ganz abgesehen aber davon, dass dieser Koëffizient höchst variirend und schwer zu ermitteln ist und die Angabe über die günstigste Winkelgrösse daher immer nur eine approximative bleibt, giebt es noch andere Rücksichten, welche auf die Wahl der Drehung einwirken. — Zunächst ist es das Ansehen, welches einen Einfluss hat, indem stärker gedrehtes Garn feiner, d. h. dünner aussieht, als schwach gedrehtes. — Dann kommt die spätere Verwendung in Betracht, weil in gewissen Fällen ein lockeres, schwach gedrehtes Gespinnst einem festen, stark gedrehten vorzuziehen ist, z. B. in der Tuchfabrikation, weil sich das erstere leichter verfilzt. — Desgleichen wird durchgehends zum Zwecke der Weberei dem zur Kette dienenden Garn eine stärkere Drehung gegeben, als dem Schussgarn, damit das erstere besser im Stande ist, den Anspannungen Widerstand zu leisten und das letztere die gehörige Dichtigkeit des Gewebes zu erzeugen. Unter sonst gleichen Umständen wird man in den Spinnereien das Spinnen mit schwacher Drehung, d. h. mit wenig Drehungen auf die Längeneinheit, der starken Drehung vorziehen, weil im ersten Falle die Spinnoperation schneller von Statten geht.

In den Spinnereien haben sich vielmehr durch die Erfahrungen bestimmte Drehungsgesetze ausgebildet, welche die erwähnten Bedingungen und Rücksichten enthalten.

Zunächst wird darin die Bedingung erfüllt, dass die Drehung, also die Anzahl der Windungen auf eine Längeneinheit des Garnes in einem gewissen Verhältniss mit der Feinheit wächst, also im umgekehrten Verhältnisse zu dem Garndurchmesser steht. Es ist deshalb zur Bestimmung der Drehung die Kenntniss des Garndurchmessers erforderlich, welcher letzterer demnach gesucht werden muss.

Die direkte Messung der Garndicke aber etwa in der Weise, wie man Drahtdicken, S. 62, bestimmt, ist wegen der lockeren Beschaffenheit selbst des festgedrehten Garnes unzuverlässig und unanwendbar, so dass nur eine indirekte Messung ausgeführt werden kann.

Als solche hat sich nun allgemein eine Methode eingebürgert, welche in dem Verhältniss zwischen dem Gewicht und der Länge eines Garnes begründet ist.

Setzt man man nämlich bei Garnen aus gleichem Material und verschiedenen Durchmessern dieselbe Dichtigkeit voraus, so ist für eine Länge l und einen Durchmesser d das Gesammtgewicht:

$$P = \frac{d^2\,\pi}{4}\,lp$$

wenn p das Gewicht pro Volumeinheit; und für den Durchmesser d_1 und dieselbe Länge l

$$P_1 = \frac{d_1^{\,2}\,\pi}{4}\,l\,p,$$

woraus folgt, dass $$\frac{d^2}{d_1^{\,2}} = \frac{P}{P_1}$$

und dass sich also die Quadrate der Durchmesser zu einander verhalten, wie die Gewichte gleicher Längen. Andererseits erkennt man leicht, dass bei der Annahme eines konstanten Gewichts P für verschiedene Durchmesser sich die Längen ändern müssen, weil, wenn zu den Durchmessern d_1, d_2 ... die Längen l_1, l_2 ... gehören, stattfindet:

$$\frac{d^2\pi}{4} l\, p = \frac{d_1^{\,2}\pi}{4} l_1\, p = \frac{d_2^{\,2}\pi}{4} l_2\, p = \ldots . \frac{d_n^{\,2}\pi}{4} l_n = P.$$

Folglich ist auch

$$d^2 l = d_1^{\,2} l_1 = d_2^{\,2} l_2 = \ldots . d_n^{\,2} l_n$$

und daher $$\frac{d^2}{d_1^{\,2}} = \frac{l_1}{l};\ \frac{d^2}{d_2^{\,2}} = \frac{l_2}{l}$$ u. s. w.

Also verhalten sich die Quadrate der Durchmesser umgekehrt wie die Längen.

Demnach kann man die Bestimmung des Garndurchmessers entweder zurückführen auf eine Gewichtseinheit oder auf eine Längeneinheit, also im ersteren Falle darauf, dass man angiebt, wie viel Gewichtseinheiten eine Längeneinheit wiegt. Da man die auf solche Weise entstehende Zahl die Garnnummer nennt, so giebt es zwei verschiedene Nummerirungssysteme[1]), welche beide in Anwendung stehen.

Bei dem einen System lässt sich also die Garnnummer, welche, weil sie ja zugleich die Feinheit des Garnes ausdrückt, auch Feinheitsnummer heisst, definiren als die Zahl von Längeneinheiten (Meter, Yard, Ellen), welche zur Erfüllung einer Gewichtseinheit (Kilogramm, Pfund) erforderlich sind. Hat deshalb z. B. ein Faden die Länge l und ist die zu Grunde gelegte Gewichtseinheit P, so ist die Nummer nach diesem System

$$N = \frac{l}{P}.$$

Nach dem anderen System ist die Feinheitsnummer die Zahl N, welche das Absolute Gewicht eines Fadens von bestimmter Länge in den Gewichtseinheiten angiebt, also

$$N = \frac{P}{l}.$$

[Da das erstere System $N = \frac{l}{P}$ für kurzfaseriges Material (Baumwolle, Leinen, Wolle, gekratzte Seide), das zweite $N = \frac{P}{l}$ allein für filirte (langfaserige) Seide zweckmässig ist, so hat man dem entsprechend neuerdings nach dieser Methode die Nummerirung (Titrage, Guindage) der Garne für Verkaufszwecke einzuführen beschlossen.]

Für den Zweck des Spinnens kurzfaserigen Materials (Baumwolle, Leinen, Wolle etc.) wird die Bestimmuug oder die Kontrole der Dicke aus praktischen Gründen in der Weise ausgeübt, dass man eine gewisse Garnlänge wägt und aus Länge und Gewicht die Nummer bestimmt, welche

1) Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. II. S. 1076, 1189, 1259 u. 1316. — Amtliches Correspondenzblatt für die Einführung einer einheitlichen Garnnummerirung, Wien 1873—1875. — Berliner Verh., 1869. S. 151; 1875. S. 67. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1874. S. 363. — Civil-Ing., 1875. S. 77. — Polyt. Centr., 1855. S. 321. — Dingler's Journ., Bd. 218. S. 291; Bd. 219. S. 36.

nun ihrerseits die Anzahl der Drehungen auf die Längeneinheit feststellt. Die Garnwindungen stehen im umgekehrten Verhältnisse zu den Durchmessern, wenn gleiche Steigungswinkel α vorausgesetzt werden, also für die Drehung u beim Durchmesser d und für die Drehung u_1 beim Durchmesser d_1 folgt die Proportion

$$u : u_1 = d_1 : d$$

oder

$$u^2 : u_1{}^2 = d_1{}^2 \frac{\pi}{4} : d^2 \frac{\pi}{4}$$

oder, weil $d_1{}^2 \frac{\pi}{4}$ und $d^2 \frac{\pi}{4}$ die Querschnittflächen F_1 und F der verschiedenen Garne sind, so wird auch

$$u^2 : u_1{}^2 = F_1 : F.$$

Nun verhalten sich aber die Flächen wie die Gewichte der Garne G_1 und G und diese stehen im umgekehrten Verhältnisse zu den Garnnummern N und N_1: folglich findet Statt:

$$F_1 : F = G_1 : G = N : N_1$$

also

$$u^2 : u_1{}^2 = N : N_1$$

oder

$$u : u_1 = \sqrt{N} : \sqrt{N_1}.$$

Demnach verhalten sich die Drehungen wie die Wurzeln aus den Garnnummern, wenn beim Verspinnen der Materialien ein gleichmässiges Drehungsgesetz durchgeführt werden soll. Da dies jedoch nicht der Fall ist, da vielmehr, wie oben bemerkt, eine Anzahl anderer Umstände Berücksichtigung fordert, so muss noch ein diesen Umständen Rechnung tragender Koëffizient a eingeführt werden, wodurch dann die Drehungsformel entsteht

$$u = a \sqrt{N}.$$

Bezüglich des Werthes dieses Koëffizienten mag hier nur erwähnt werden, dass derselbe bei demselben Spinnmaterial ziemlich variirt, wie folgende kleine Tabelle zeigt, wo die Garnlängeeinheit = 25 mm. und diejenigen Nummern angenommen sind, welche noch für die einzelnen Garne verschieden in Gebrauch stehen.

	Baumwolle.	Streichwolle.	Kammwolle.	Flachs.	Werg.
Kettengarn	3,5 bis 4,0	2,58	2,0	2,0	2,2
Schussgarn	3,0 « 3,5	1,29	1,6	1,7	1,9
Stark gedrehtes Garn	4,2 « 4,5	—	2,2	—	—
Kette zu Power-Loom	3,7 « 4,0	—	—	—	—
Strumpfgarn	— « —	—	1,2	—	—
Gewöhnliches Schussgarn	2,7 « 3,0	—	—	—	—

Aus dem Vorstehenden ist leicht zu erkennen, dass zur Erzeugung eines regelrechten Garnfadens unmittelbar vor der Drahtertheilung eine durchaus gleichmässige Vertheilung des Spinnmaterials in Bezug auf die Länge und Dicke des Garnes und eine ebenso gleichmässige Lage desselben erforderlich ist.

Um diese Gleichmässigkeit in der Vertheilung und Lage zu erhalten, ist vor allen Dingen jeder einzelnen Faser eine freie Beweglichkeit zu ertheilen, weil sie nur dann in dem Faden die ihr zukommende Lage unabhängig von den andéren Fasern finden kann. Diese freie Beweglichkeit jedoch ist allein bei vollkommener Isolirung der Fasern möglich, und aus diesem Grunde das Isoliren der Fasern eine der wichtigsten Arbeiten, die dem

eigentlichen Spinnprozess vorangehen. — Je nach der Beschaffenheit der Faser an sich, den Umständen, unter denen sie entsteht, gewonnen, zubereitet, aufbewahrt und behandelt wird, muss die Isolirung mit verschiedenen Mitteln und auf verschiedenen Wegen erzielt werden. Bei der Schafwolle z. B. fordert die Isolirung zunächst eine Beseitigung des Wollschweisses und darauf, wie bei der, längere Zeit in den Ballen fest zusammengepressten Baumwolle, dem Werg und dem Seidenabfall ein fortgesetztes Auszupfen, während bei Flachs, Hanf und in vollstem Maasse bei der Seide die Isolirung schon eine Folge der Gewinnung ist.

Die isolirten Fasern sind darauf so neben und übereinander zu bringen, dass ein Körper entsteht, der überall dieselbe Dichtigkeit, also auf einen bestimmten Raum eine bestimmte Menge Fasernmaterial enthält und durch allmähliche Dimensionsveränderung vermittelst Theilung oder Streckung (wie beim Draht, S. 167) in die lange, fadenförmige Gestalt übergeführt wird.

In dem Augenblicke, wo das Zusammendrehen zu einem fertigen Faden geschieht (Feinspinnen, Filage en fin, *Spinning*) werden die Fasern unter sich parallel liegen müssen, weil nur dadurch die oben aufgestellte Bedingung erfüllt werden kann. Dabei ist es für den Spinnprozess gleichgültig, ob sie zugleich gerade ausgestreckt und der Garnachse parallel oder um die letztere schraubenförmig angeordnet sind. Es fällt immer der Vorbereitung auch noch die Aufgabe zu, eine parallele und übereinstimmende Lage der Fasern hervorzubringen. Das Endprodukt aller Vorarbeiten besteht demnach gewissermassen in einem unfertigen d. h. ungedrehten Garn. Ein solches Produkt ist aber wegen der geringen Adhäsion zwischen den Fasern von einer kaum merklichen Festigkeit und fortwährend in hohem Grade dem Zerreissen und der Verletzung ausgesetzt. Die Beseitigung dieses Zustandes erscheint daher dringend geboten und kann dadurch bewirkt werden, dass man dem Faserkörper einen grösseren Zusammenhang ertheilt, entweder, indem man ihn vorübergehend fest zusammenpresst und somit die Fasern mehr aneinander bringt oder indem man ihm eine geringe Drehung giebt. Die auf solche Weise entstehende Beschaffenheit legt dem Produkt jedoch bereits einen Garncharakter auf und erklärt dessen Benennung Vorgarn (Vorgespinnst), sowie die Bezeichnung Vorspinnen (Filage en gros, F. en doux, *Roving*).

Bei aufmerksamer Betrachtung des ganzen Spinnprozesses kommt man ferner leicht zu der Erkenntniss von der Richtigkeit des Erfahrungssatzes, dass ein vollkommenes Gespinnst sich nur aus reinen Fasern von möglichst gleicher Länge erzeugen lässt. Aus dem Grunde ist ein grosses Gewicht auf die vollständige Beseitigung aller fremden Bestandtheile und auf eine Trennung der Fasern nach ihrer verschiedenen Länge zu legen. — Die verhältnissmässig geringe Verschiedenheit in der Länge der Baumwolle ist ein Hauptgrund für die leichte Verspinnbarkeit dieses Materials, während die entgegengesetzte Eigenschaft, das Verspinnen des Flachses und der Wolle, ohne eine vorhergehende Ausscheidung der kurzen Fasern so erschwert.

In den meisten Fällen treten demnach zu den obigen Vorarbeiten solche Operationen hinzu, welche eine Reinigung und eine Ausscheidung kurzer Fasern oder eine Trennung der Fasern nach verschiedenen Längen bewerkstelligen.

Endlich bedarf das fertige Garn noch in sehr vielen Fällen gewisser Nacharbeiten zur Verschönerung, zur Zurichtung, zur Sortirung nach der Feinheit, der Verwendung etc., so dass dadurch der Gesammtspinnprozess in drei Hauptprozesse zerfällt, welche umfassen:

I. Die Vorbereitungsarbeiten.
II. Das eigentliche Spinnen.
III. Die Zurichtungsarbeiten.

Zweites Kapitel.

Die Vorbereitungsarbeiten.

Die natürliche Beschaffenheit der hauptsächlichsten Gespinnststoffe deutet zwar schon darauf hin, dass dieselben nicht in gleicher Weise und mit denselben Mitteln zum Spinnen vorbereitet werden können und dass die Vorbereitungsarbeiten darnach manchen Abweichungen unterliegen müssen. Nichtsdestoweniger beruhen aber doch diese Arbeiten auf gleichen Grundsätzen und von diesem Gesichtspunkte aus zerfallen sie allgemein in folgende Grundoperationen.

I. Das Reinigen der Fasern.
II. Das Isoliren der Fasern.
III. Die Abscheidung der Fasern nach ihrer Längenverschiedenheit.
IV. Die Anordnung der Fasern, sowohl bezüglich der gleichmässigen Vertheilung als der regelmässigen (parallelen) Lage.

I. Die Reinigung der Fasern.

Die Verunreinigungen der Faserstoffe sind nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ sehr verschieden.

Während die aus dem Ballen genommene Baumwolle gewöhnlich nur noch Ueberreste der Kapseln, Samentheile, Blätter- und Stengelstücke, der gehechelte Flachs einige Schäbestücke und der Seidenfaden keine Verunreinigung enthält, ist die Wolle mit dem Wollfett und einer grossen Menge solcher Stoffe beladen, mit denen das wolltragende Thier stets in Berührung kommt, mit Erde, Sand, Koth, Kletten, Blättern, Stroh u. s. w. und welche durch das Wollfett unter sich und mit den Haaren zusammengeklebt sind. — Zum Theil lassen sich die Verunreinigungen daher durch einfaches Ausschlagen, also auf rein mechanischem Wege entfernen, zum Theil fordern sie die Anwendung auflösender Mittel, also chemische Prozesse. Danach zerfallen also die Hilfsmittel zur Reinigung in chemische und mechanische, oder weil die erstere stets nass, die zweite aber trocken erfolgt, in die nasse und die trockene Reinigung.

A. Die nasse Reinigung.

Wenn man von dem Prozess absieht, der mit der gehaspelten Seide vorgenommen wird, um sie von dem äusseren Ueberzug (S. 506) zu befreien, so findet die nasse Reinigung nur bei der Wolle Anwendung, um durch Waschen den Schweiss (S. 499) und die hierdurch zusammengeklebten anderen Stoffe wegzuschaffen[1]). Die Mittel zur Auflösung des Fettschweisses werden durch die Substanzen angezeigt, aus welchen derselbe besteht. Den vielfach angestellten Untersuchungen nach zu schliessen, ist der Fettschweiss gebildet aus verschiedenen Fetten und aus seifenartigen Verbindungen derselben mit Kali. Daher wird ein Theil des Schweisses schon durch Wasser allein aufgelöst und fortgebracht, während ein anderer Theil erst durch fettauflösende oder verseifende Substanzen zu entfernen ist.

---

1) Wieck's Gew.-Zeit., 1859. S. 381; 1874. S. 236. — Berliner Verh., 1864. S. 40. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1868. S. 265. — Zeitschr für Wollengewerbe, 1868. bis 1876. — Stommel, das Ganze der Streichgarnspinnerei, Grünberg 1875. — Grothe, Techn. der Gespinnstfasern, Bd. I. S. 51. — Polyt. Centr., 1874. S, 590. — Dingler's Journ., Bd. 176. S. 483.

Gewöhnlich wird die Reinigung daher auch zum Theil mit reinem Wasser, zum Theil mit schwachen Laugen oder fettauflösenden Substanzen (Schwefelkohlenstoff, Benzol, Aether u. s. w.) vorgenommen und zwar entweder im Fliess oder nach der Sortirung, also im zerrissenen Fliess.

1) Land- oder Gutswäsche.—Da die Sortirung der Wolle wesentlich erleichtert wird, wenn das Fliess wenigstens von den groben Verunreinigungen frei ist und weil in diesem Zustande das Rohprodukt einen höheren Werth hat, so ist es zweckmässig, eine vorläufige Waschung mit dem Fliesse vorzunehmen, mit der Rücksicht, dass das letztere keine Beschädigung erhält. Da diese aber am wenigsten zu befürchten steht, so lange die Wolle noch auf dem Körper des Schafes sitzt, so ist der Hauptgrund gegeben, wesshalb fast immer die erste Wäsche vor der Schur, also auf dem Körper der Thiere stattfindet. Diese Schafwäsche, Gutswäsche, Landwäsche, Rückenwäsche, Pelzwäsche (Lavage à dos) wird verschieden ausgeführt. Gewöhnlich werden die Thiere in ein Bassin, welches mit fliessendem Wasser gespeist wird, oder in einen Fluss und so tief ins Wasser getrieben, dass sie nur noch den Kopf über Wasser halten oder schwimmen (Schwemmwäsche) können. Wenn dann der Pelz gehörig durchnässt und die Schmutztheile eingeweicht sind, drückt ein Arbeiter die Wolle, namentlich an den Spitzen wiederholt und so lange aus, bis die gewünschte Reinigung stattgefunden (Handwäsche). Mitunter werden nach dieser Prozedur die Thiere noch unter einem Wasserstrahl (Sturzwäsche) oder mit einer Feuerspritze (Spritzwäsche) abgespült. — Weil das Wasser erst in einer Wärme von 20° C. den Schweiss aufzulösen beginnt, so muss auch die Temperatur des Waschwassers zwischen 20 bis 24° C. liegen, wenn der Erfolg der Wäsche ein genügender sein soll.

Daher ist es empfehlenswerth, den Pelz der Thiere vor der Wäsche anzunässen, um durch die Körperwärme eine Erweichung des Schweisses zu befördern. Noch ausgiebiger wird die Erweichung, wenn man dazu auf 24° C. erwärmtes Wasser nimmt, dem etwas Soda zugesetzt ist. Durch diese letzte Methode kann man sich ganz von der Witterung unabhängig machen, wenn man sie so erweitert, dass nach dem Einweichen des Pelzes die Schafe in Bottichen mit Wasser gewaschen werden, das auf 32 bis 34° C. erwärmt ist und eine Abkochung von weisser Seifenwurzel (Wurzel von Lychnis dicoica) von 6 kg. auf 100 Schafe, enthält. — Da es in der Regel bei der Rückenwäsche nicht beabsichtigt wird, das Wollfett zu beseitigen, so begnügt man sich mit der Anwendung reinen, möglichst kalkfreien Wassers. — Besondere grosse Schafwaschanlagen [1]) kommen selten vor.

Das Waschen nach der Schur (spanische Wäsche) besteht, soweit es auf dem Lande betrieben wird, gewöhnlich darin, dass man die Fliesse ausgebreitet auf Bretter legt und dann vorsichtig (zur Vermeidung der Filzbildung) mit Wasser durcharbeitet.

2) Fabrikwäsche. Durch Behandlung des Fliesses mit Wasser wird zwar schon ein bedeutender Theil Schmutz entfernt (man rechnet 50 bis 60 % vom Gewicht der rohen Wolle); allein die nicht in Wasser löslichen oder durch Wasser fortzuspülenden Theile sind noch in solchen Mengen vorhanden, dass eine weitere energischere Wäsche zur Beseitigung derselben nothwendig wird. Namentlich ist das in Wasser unlösliche Wollfett, dessen Gewicht nach der Gutswäsche, je nach der Ausführung der letzteren,

---

1) Grothe, Streichgarnspinnerei, S. 55.

wohl 20 bis 30 Prozent beträgt, durch auflösende Mittel und gehöriges Ausspülen nach der Einwirkung derselben fortzuschaffen (Entfetten, Entschweissen, Désuinter, Dégraisser, *Scouring*), was entweder im Fliess oder in Flocken und zwar mit Hilfe besonders konstruirter Apparate und mechanischer Waschvorrichtungen, gewöhnlich in den Fabriken vor der Verarbeitung (daher der Name Fabrikwäsche, Lavage de fabrique) geschieht.

Da man in neuerer Zeit neben dem Reinigen der Wolle durch die Fabrikwäsche auch die Gewinnung des Wollfettes und die Wiedergewinnung der zum Entfetten benutzten Substanzen bezweckt, so sind die Einrichtungen zu dieser Arbeit auch mit Rücksicht auf das letztere zu treffen. — Je nachdem sodann die Methode der Verseifung oder die der einfachen Auflösung angewendet wird, entstehen zwei Grundverschiedenheiten.

a. Entfettung durch Verseifung oder Emulsirung. — Hierbei ist es die Aufgabe, das Wollfett durch Behandlung mit alkalischen Laugen mehr oder weniger zu verseifen und als Seifenlösung oder Emulsion mit dem Waschwasser fortzuspülen. Von besonderer Wichtigkeit ist die Auswahl und die Konzentration der Laugen, damit diese keine schädliche Einwirkung auf die Haare haben. Darum gehört der faule Urin, wegen des durch Zersetzung des Harnstoffes darin enthaltenen Ammoniaks und kohlensauren Ammoniaks von altersher und noch jetzt mit Recht zu den beliebten Entfettungsmitteln. Sodann folgt als Ersatz für Urin kohlensaures Ammoniak, welches man dem Wasser in solchen Mengen zusetzt, dass 1 kg. davon auf 100 kg. Wolle kommt. Da Aetzlaugen die Wolle leicht angreifen, so sind diese am besten zu vermeiden. Am häufigsten dahingegen wird wegen der geringen Kosten Soda oder Pottasche verwendet, wenn zwar auch eine Lösung hiervon grosse Vorsicht in der Behandlung auf Wolle erheischt. Es darf nicht mehr als 5 kg. krystallisirte Soda oder Pottasche auf 100 kg. Wolle genommen werden. — Ein vorzügliches Mittel ist auch eine Lösung von Kernseife, welche jedoch kein Aetznatron mehr enthalten darf, und wovon man 5 bis 15 kg. auf 100 kg. Wolle rechnet, je nach dem Fettgehalt der letzteren. An die Seifenlösungen schliessen sich sodann an die Abkochungen der Seifenwurzel und der Rinde des südamerikanischen Seifenbaumes (Quillaya saponaria). Diese Abkochungen und Seifenlösungen werden oft den Sodalaugen zugesetzt, um deren Wirkung zu mildern. — Endlich ist noch zu erwähnen die Wasserglasseifenlösung, die neuerdings viel Anwendung finden soll.

Einen grossen Einfluss auf den Prozess besitzt die Temperatur, in welcher die Wäsche vollzogen wird, da eine hohe Temperatur das Fett schmilzt und eine kräftigere und schnellere Einwirkung veranlasst. Um jedoch der Wolle keinen Schaden zuzufügen, darf erfahrungsmässig die zum Entschweissen angewendete Flüssigkeit nicht über 60° C. erwärmt werden. Gewöhnlich genügt eine Erwärmung von 30 bis 50°.

Um die Entschweissung in möglichst kurzer Zeit genügend zu bewirken, ist zunächst erforderlich, dass alle Theile der Wolle mit der Waschflüssigkeit gehörig in Berührung kommen und nach der Verseifung des Fettes sofort Gelegenheit erhalten, sich des seifenartigen Ueberzuges zu entledigen. Da beides am zweckmässigsten durch Bewegung zu erreichen ist, so ist leicht einzusehen, dass bei dem Waschprozesse selbst eine fortwährende Bewegung von grosser Wichtigkeit ist. — Je nachdem nun das Waschen im Fliess oder in Flocken stattfinden soll, sind die Vorrichtungen verschieden.

Die einfachste Methode, die Wolle in Flocken zu waschen, besteht darin, dass man letztere mit der Lauge übergossen in einem Holzbottich

oder eingemauerten Kessel vermittelst Rechen so lange bewegt, bis die Entschweissung eingetreten (wozu etwa 10 bis 15 Minuten gehören) und sodann mit denselben Rechen zum Abtropfen auf Lattengitter oder in Körbe wirft.

In grösseren Anlagen sind jetzt aber fast nur mechanische Mittel zu dieser Bewegung in Anwendung. Solche Waschmaschinen[1]) bestehen der Hauptsache nach in Gefässen zur Aufnahme der Wolle, sowie der Waschflüssigkeit und einem Apparat, der die Wolle in dem Gefässe zwar derart bewegt, dass sie stets den Ort wechselt, ohne jedoch (zur Vermeidung der Verfilzung) hin und her geschoben zu werden. Ausserdem ist bei den besseren Waschmaschinen noch eine mechanische Vorrichtung zum Ausheben der Wolle aus dem Bottich und zum Auspressen derselben vorhanden.

In der einfachsten Gestalt ist dieser Apparat[1]) aus einer Stange gebildet, die an einem Ende mit einem Rechen ausgestattet ist, der in den Bottich reicht und am anderen Ende mit einer drehenden Kurbel in Verbindung steht, die also den Rechen hin und herschiebt. Indem die Rührstange in einer einfachen auf dem Bottichrand sitzenden Hülse verschiebbar aufliegt, macht der Rechen bei einer Richtung die Bewegung durch die Flüssigkeit und schiebt die Wolle vor sich her, bei der anderen Richtung aber geht derselbe durch die Luft. — Zweckmässiger als das System dieser mit stossenden Rechen versehenen Waschmaschine ist dasjenige mit Rechen, welche auf einer sich drehenden Welle sitzen und die Welle kontinuirlich untertauchen und bewegen. Die Skizze, Fig. 379, zeigt eine solche viel gebrauchte Waschmaschine. Der ovale Trog A ist durch eine Scheidewand B in einen Ringkanal verwandelt, in dem die Wolle ununterbrochen zirkulirt. Zwei Armsysteme a und b, wovon je eins in einer Hälfte des Bottichs sich befindet und durch die Wellen C und D in der Pfeilrichtung gedreht wird, drücken auf die schwimmende Wolle, so dass diese nicht nur untertaucht, sondern auch vorwärts geschoben, also zur Zirkulation in dem Bottich veranlasst wird. Nach der entsprechenden Entschweissung wird die Lauge durch ein Ventil u abgelassen, wobei die Wolle auf dem gitterartigen Doppelboden m zurückbleibt, um dann sofort durch frisches, aus dem Hahn H zulaufendes Wasser gespült zu werden. Das Ausnehmen der Wolle geschieht hier von den Arbeitern und das Abtropfen erfolgt in Körben oder Lattenbehältern. — Mitunter wird das Herausnehmen der Wolle auch durch ein Tuch ohne Ende besorgt, das nach Vollendung des Waschprozesses mit dem einen Ende in den Bottich gesenkt wird, die Wolle auffängt und so an einer bewegten schiefen Ebene nach oben über den Rand des Bottichs führt. Mit dieser Einrichtung ist dann

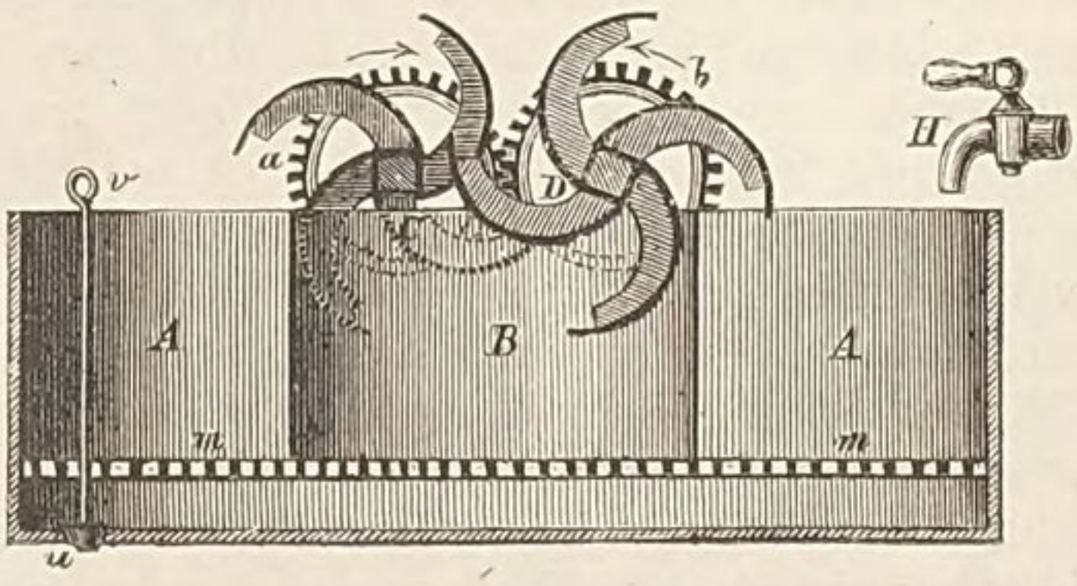


Fig. 379.

1) Grothe, Streichgarnspinnerei, S. 83. — Prakt. Masch.-Constr., 1874. S. 13 etc. — Civiling., 1877. S. 11. — Publ. ind., V. 4. S. 142; V. 14. S. 280; V. 18. S. 71. — Zeitschr. Deutsch. Ing., 1874. S. 209. — Polyt. Zeit., 1875. S. 126. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1868. S. 268. — Berliner Verh., 1834. S. 462; 1861. S. 43; 1864. S. 43. — Polyt. Centr., 1854. S. 1187; 1855. S. 705; 1857. S. 78; 1863. S. 519; 1868. S. 923; 1874. S. 590. — Dingler's Journ., Bd. 134. S. 20; Bd. 136. S. 437; Bd. 142. S. 301; Bd. 168. S. 258; Bd. 172. S. 419; Bd. 191. S. 118; Bd. 212. S. 20.

noch in der Regel ein Presswerk verbunden, das aus zwei sich drehenden eisernen Walzen gebildet wird, denen das Tuch ohne Ende die Wolle zuführt.

In dieser letzten Vollkommenheit eignet sich diese Maschine besonders dazu, das wichtige System des kontinuirlichen Auswaschens in der Weise durchzuführen, dass man mehrere z. B. drei solcher Maschinen terrassenförmig hinter einander aufstellt. In I. wird dann die Entschweissung, in II. das Waschen, in III. das Ausspülen vorgenommen. Indem dann von Zeit zu Zeit die Flüssigkeit aus I. abgelassen, aus II. nach I. und aus III. nach II. transportirt und in III. reines Wasser eingelassen wird, erhält man bei wenig Wassergebrauch viel werthvollere Laugen.

So zweckmässig die in Fig. 379 dargestellte Waschmaschine auch bezüglich der Einfachheit sein mag, so besitzt sie doch den Nachtheil, dass die mit den Wellen sich drehenden, krummen Arme nicht vermögen, die Wollbüschel so zu zertheilen, dass die Wollhaare sich in dem Masse von einander frei machen, als zu einer gründlichen Reinigung wünschenswerth ist. Aus dem Grunde ist diesem System ein anderes erfolgreicheres zur Seite getreten. Das Wesen des letzteren unter dem Namen Leviathan bekannten Systems liegt in der Anwendung von Rührgabeln, welche mit einer eigenthümlich oszillirenden Bewegung ausgestattet, die Wolle portionenweise von der Hauptmasse abreissen und sie sich gegenseitig zutragend, durch die Waschflüssigkeit ziehen.

Zur weiteren Erklärung dieses Systems mag die Beschreibung einer anerkannt vorzüglichen Konstruktion des Levianthans mit Hilfe der Zeichnung, Fig. 380 dienen, welche einen Längenschnitt darstellt. Auf einem in der

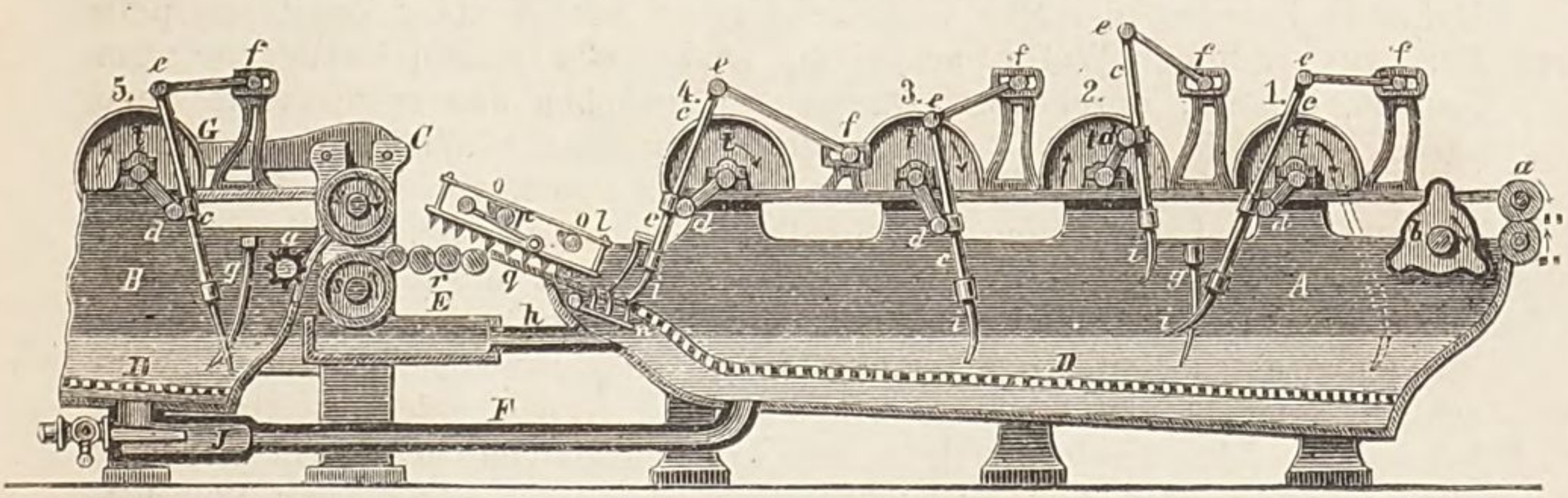


Fig. 380.

Skizze nur angedeuteten Lattentuch wird die Wolle zuerst den Einziehwalzen a übergeben, um durch diese einer Trommel b zugeführt zu werden, welche sie nach abwärts in die Flüssigkeit eines langen Bottichs a drückt*). Unmittelbar hinter dieser Trommel befindet sich die erste Rührgabel ice, welche aus Zinken i besteht, die an zwei Stangen c angebracht sind und eine eigenthümliche greifende Bewegung ausführen, so dass wie punktirt angedeutet die Wolle von den Zinken i ergriffen, zu dem Rechen g transportirt und an denselben abgestrichen wird. Sodann zieht ein zweites, ganz gleiches Rechensystem 2 die Wolle aus g aus, übergiebt sie an die Rührgabel 3, welche sie der Gabel 4 ausliefert. Die Gabel 4 endlich schiebt sie auf die schiefe Fläche q zum Zurücklaufen der Waschflüssigkeit, wobei die vortretenden Haken n das Abrutschen der Wolle verhindern. Ein Rahmen l, der an der unteren Fläche mit zackigen Erhöhungen ver-

*) Durch ein Versehen ist diese Trommel zu hoch und zu klein gezeichnet; sie muss in die Flüssigkeit eintreten.

sehen ist, fördert durch eine ebenfalls oszillirende Bewegung das Material portionenweise über die Walzen r hinweg zu der Presse C, welche aus zwei Walzen ss gebildet ist, die durch den mit Gewicht behängten Hebel G scharf zusammengedrückt werden, damit die Wolle möglichst viel von der Flüssigkeit verliert. Letztere wird dann von dem Kasten E aufgefangen und durch das Rohr h in den Bottich A zurückgeleitet. — In der Regel sind zwei oder drei solcher Maschinen hintereinander aufgestellt, so dass in der ersten das Einweichen, in der zweiten das erste Auswaschen und in der dritten das Ausspülen stattfindet. Dann reihen sich die Maschinen aber so aneinander, dass die Wolle direkt aus der Presse C in den zweiten, bezw. dritten Bottich fällt, durch eine Flügelwelle u ergriffen, dem festen Rechen g zugeführt und mittelst Rührgabeln 5 u. s. w. transportirt, als auch durch das Waschwasser gezogen wird. — Im ersten Bottich wird natürlich die Waschflüssigkeit nach und nach unbrauchbar und abgelassen, wobei der durchlöcherte Doppelboden D die Wolle zurückhält. Zur Füllung des entleerten Bottichs dient dann zweckmässig das Wasser aus dem zweiten Bottich, weshalb denn beide durch ein Rohr F mit einander in Verbindung stehen. Zum raschen Transport ist ein einfacher Dampfstrahlapparat J sehr empfehlenswerth, da derselbe durch den gebrauchten Dampf zugleich eine gehörige Erwärmung der Flüssigkeiten besorgt. — Die oben erwähnte, eigenthümliche, greifende Bewegung der Rührgabeln wird, wie die Figur zeigt, durch eine Kombination der Bewegung der Kurbel d und des Lenkers e f erzeugt, der bei e mit der Gabelstange und bei f mit einem Bock adjustirbar verbunden wird. Besonders erwähnenswerth ist noch die Bewegung des Rahmens l, indem derselbe vermittelst einer Kurbel nebst Zugstange p in Berührung mit der Wolle parallel der schrägen Fläche q bewegt und, am Ende angelangt, durch zwei Daumen o o gehoben und in die erste Lage zurück gebracht wird. — Die grosse Elastizität der Wollmassen verlangt zum Auspressen zwischen den Walzen ss einen Druck von 10 bis 16000 kg., wonach die Hebelbelastung für dieselben einzurichten ist. — Ein aus drei Bottichen zusammengesetzter Leviathon konsumirt etwa 5 bis 6 Pferdestärken und wäscht damit in 12 Stunden 2 bis 3000 kg. Wolle.

Zur nassen Reinigung der Wolle sind noch verschiedene andere Vorschläge gemacht und Apparate erfunden, so z. B. drehende Waschtrommeln (wie sie in den Papierfabriken zum Lumpenreinigen gebraucht werden), ohne jedoch viel in Aufnahme gekommen zu sein. — Auch zum Waschen der Wolle im Fliess hat man besondere Einrichtungen erdacht [1]).

Die gewaschene Wolle enthält unmittelbar nach der Wäsche, selbst wenn sie durch die oben erwähnte Walzenpresse gegangen ist, noch eine so bedeutende Menge anhängendes Wasser, dass ein Trocknen [2]) derselben als eine zweite, wichtige, mit der nassen Reinigung zusammenhängende Arbeit anzusehen ist. Entweder geschieht dasselbe an der freien Luft, wie bei der spanischen Landwäsche, indem man die Wolle, geschützt gegen die Wirkung der Sonnenstrahlen, welche sie barsch macht, auf Steinpflaster, Holzboden etc. ausbreitet, oder durch besondere Trockenvorrichtungen. Diesen liegt entweder das Prinzip des Auspressens oder das der Verdampfung des Wassers durch Wärme zu Grunde. Als Pressen verwendet man neben den Walzen- und Stempel-(hydraulischen-)Pressen, besonders die Zentrifugen oder Zentrifugalmaschinen (Hydro-extracteur, Toupie, T. mécanique, Essoreuse, Exprimeur, *Hydro-extractor*, *Centrifugal-drying machine*), welche

1) Prakt. Masch.-Constr., 1874. S. 91. 2) Berliner Verh., 1864. S. 43. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1862. S. 15; 1869. S. 123. — Polyt. Centr., 1862. S. 589. — Dingler's Journ., Bd. 160. S. 428; Bd. 163. S. 89.

jedoch durch Ausschleudern der Wolle das Wasser derselben nur auf 28 bis 30 Prozent verringert und also nur zum Vortrocknen Verwendung finden kann. — Das Austrocknen bis auf etwa 8 Prozent hygroskopische Feuchtigkeit erfolgt dann stets durch Wärme in Trockenräumen und Trockenmaschinen, welche nach zwei Prinzipien eingerichtet werden, jenachdem man die Wolle auf Tüchern ohne Ende bewegt und damit einem warmen Luftstrom entgegenführt, oder jenachdem man die Wolle auf feste Gitter legt und vermittelst Ventilatoren warme Luft durchtreibt, welche mit Wasser gesättigt abzieht. Da das letzte System die meisten Vortheile bietet, so ist es sehr viel zur Anwendung gekommen. Die gewöhnliche Ausführung besteht in einem etwa 4 m. langen, 2 m. breiten und 1,2 m. hohen Kasten, dessen Deckel nach beiden Längsseiten dachartig abfällt und aus grobem Drahtgewebe hergestellt ist. Auf diesen Deckel wird die Wolle 8 bis 12 mm. hoch aufgeschüttet und dann dadurch in 8 bis 15 Minuten getrocknet, dass ein Ventilator die Luft aus dem Kasten aussaugt, in Folge dessen die den Apparat umgebende Luft durch die Wolle nach dem Inneren des Kastens tritt und Wasser mitnimmt. Die Temperatur der Luft darf 40° nicht überschreiten; am besten wird die Wolle geschont, wenn die Erwärmung unter 30° bleibt. Im Sommer ist eine künstliche Erwärmung oft gar nicht erforderlich.

b. Entschweissen durch fettlösende Substanzen. Das Bestreben, das Wollfett nicht nur vollständig von der Wolle zu entfernen, sondern dasselbe als Nebenprodukt zu gewinnen, hat zu dem Gedanken geführt, als Auflösungsmittel flüchtige Substanzen zu wählen, welche nach ihrer Verflüchtigung und Wiedergewinnung durch Destillation das Fett unverändert zurücklassen. Ausser einer Anzahl anderer fettlösender, flüchtiger Mittel sind namentlich Schwefelkohlenstoff[1]), Fuselöl und Aether[2]) in Vorschlag gebracht und zum Theil dauernd eingeführt. Im Allgemeinen steht die Kostspieligkeit dieser Methode und die Komplizirtheit der erforderlichen Apparate vorläufig einer grösseren Verbreitung derselben noch entgegen.

Zu der nassen Reinigung gehört endlich noch jene Methode, durch welche die Wolle vermittelst chemischer Flüssigkeiten von Vegetabilien befreit wird und die auf der Erscheinung beruht, dass gewisse Chemikalien die vegetabilischen Substanzen zerstören, ohne die Wolle dabei anzugreifen. Indem hierbei eine Art Verbrennung oder Verkohlung durch Wasserentziehung eintritt, hat die Methode den Namen Karbonisiren[3]) erhalten. Als Flüssigkeiten dienen gewöhnlich Schwefelsäure oder Salzsäure, mitunter auch Mischungen von Borax, Alaun, Schwefelsaurer Thonerde, mit Schwefelsäure in verschiedenen Konzentrationsverhältnissen. Das Verfahren besteht in der Regel einfach darin, dass man die Wolle mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure etc. tränkt und auf 90 bis 110° C. so lange erwärmt, bis sie trocken geworden ist; dadurch sind die Vegetabilien so mürbe geworden, dass sie in Pulver zerfallen und beim Waschen der Wolle fortgeschafft werden.

B. Die trockene Reinigung nebst Auflockerung.

Die zwischen den Fasern eingeschlossenen und lose an denselben hängenden Verunreinigungen finden nur dann einen Ausweg aus der Fasermasse, wenn diese in viele kleine Portionen zertheilt oder in eine sehr lockere Beschaffenheit übergeführt wird, woraus folgt, dass eine voll-

---

1) Polyt. Centr., 1864. S. 330. — Dingler's Journ., Bd. 170. S. 290. 2) Dingler's Journ., Bd. 220. S. 568. 3) Polyt. Centr., 1860. S. 1548. — Dingler's Journ., Bd. 158. S. 443; Bd. 198. S. 263; Bd. 213. S. 65.

ständige Reinigung der Fasern, auch von dem feinen leicht anhängenden Staub, nur möglich ist, bei einer vollständigen Isolirung derselben. — Da diese Isolirung nun aber ebenfalls zum Zwecke der gleichmässigen Vertheilung geboten ist, so kann der wesentlich im Auflockern bestehende Reinigungsprozess zugleich als Vorbereitungsarbeit für den Vertheilungsprozess angesehen werden. — Nebst dem Auflockern der Fasermasse ist ferner die Abtrennung der freigewordenen Verunreinigungen herbeizuführen, so dass bei den Reinigungsvorrichtungen und Operationen Auflockerung des Materials und Abscheidung der fremden Stoffe von den spinnbaren Fasern neben einander hergeht.

Wenn eine aus elastischen Fasern bestehende Masse geschlagen oder geklopft wird, so setzt sie sich in Folge der durch die Kompression rege gewordenen Elastizität in eine vibrirende Bewegung, welche nicht nur ein unmittelbares Abschütteln der leicht anhängenden Theile, sondern auch bis zu einer gewissen Grenze eine Volumvergrösserung, also eine Auflockerung der Masse verursacht und die Möglichkeit der Reinigung gewährt. — In der That beruht auf diesem einfachen Vorgang, das früher allgemein, jetzt aber kaum und dann nur bei feiner Baumwolle übliche Schlagen oder Klopfen (Battage, *Beating, Batting*), welches auf ausgespannten Netzen, vermittelst hölzerner, von Arbeitern geschwungenen Stäben ausgeführt wurde.

Leitet man die Operation des Schlagens derart, dass bei jedem Schlage kleine Portionen Material abgeschleudert und gezwungen werden, den Ort zu verlassen, so wird der Schlagprozess in seiner Wirkung bedeutend verstärkt und vorzüglich zu dem in Rede stehenden Zwecke geeignet, wenn das Fasermaterial nicht zu fest in Knollen, Büscheln etc. zusammengeballt oder zusammengewirrt ist.

In letzterem Falle würde durch Schlagen eine Auflockerung nur sehr schwierig oder auch gar nicht eintreten, weil die Elastizität der Fasern nicht zur Befreiung derselben ausreicht. (Bei Streichwolle läge dabei ausserdem die Gefahr der Verfilzung vor). Es ist vielmehr dann nothwendig, die Fasernmasse in einzelnen Portionen auseinander zu ziehen oder zu reissen, um die grossen Klumpen zu zertheilen. Auf diese Weise haben sich zwei Grundmethoden des Entwirrens (Oeffnen, Ouvrir, *Opening*) und demnach auch zwei im Prinzip von einander abweichende, mechanische Anordnungen ausgebildet, welche entweder einzeln für sich oder nach einander oder auch abwechselnd zur Anwendung gelangen. — Die zur Wirkung kommenden Werkzeuge sind natürlich, je nachdem sie schlagend oder reissend arbeiten sollen, verschieden. Im ersten Falle bestehen sie aus Stöcken, Schlägern oder Schienen, welche auf die dargebotene Fasernmasse aufschlagen, und im zweiten Falle bilden sie hakenartige, in das festgehaltene Material eingreifende Organe von sehr verschiedener Form. Je spitzer diese Organe sind, je besser und leichter dringen sie in die vorgehaltene Fasermasse ein, je dünner wird aber auch ihr Körper und zum Verbiegen und Abbrechen geneigter. Ausserdem werden von solchen dünnen Körpern die Fasern leicht zerschnitten, wenn sie zu fest in der Masse sitzen. Wenn daher einerseits spitze, dünne Reisswerkzeuge (Zähne) wünschenswerth erscheinen, um so mehr als auch davon eine grössere Zahl auf eine Arbeitsfläche gebracht und dadurch die Wirkung gesteigert werden kann, so müssen doch andererseits zur Vermeidung des Abschneidens und wegen einer gehörigen Widerstandsfähigkeit ihre Körper bestimmte Dimensionen haben, die wesentlich abhängen von dem Widerstande, den die Fasern dem Ausziehen entgegenstellen, so zwar, dass bei fest zusammengedrückten Klumpen, bei langen, rauhen, verwirrten Fasern die stärksten,

bei lose zusammenhängenden, kurzen, glatten Fasern die schwächsten Zähne zu verwenden sind, nach dem Grundsatze: die Wahl der Zähne nach der Beschaffenheit des Materials zu treffen. Aus demselben Grunde ist es geboten, je nach dem Grade der Auflockerung, Zähne von verschiedener Feinheit in einer gewissen Reihenfolge zur Wirkung zu bringen. Die Gestalt der aus Eisen oder Stahl gebildeten Zähne unterliegt ebenfalls mancherlei zum Theil willkürlichen Aenderungen, wie die in Fig. 381 dargestellten Zahntypen zeigen. Theils sind sie a spitz, oder b stumpf, oder e abgerundet kegelförmig, oft mit zylindrischem Schaft f; zum Theil c spitz, d stumpf, f abgerundet pyramidal; zum Theil g spitz, kegelförmig, krumm oder h im Knie gebogen; zum Theil i nasenförmig; zum Theil k sogar plattenförmig schneidend, oder l sägeartig gezackt. Zur Befestigung der Zähne mit dem Bewegungsorgan dienen bei den grossen Zähnen die mit Schraubengewinde versehenen Angeln s. Um den spitzen Zähnen l mehr Festigkeit zu ertheilen, werden sie oft kammförmig aus Eisen- oder Stahlschienen angefertigt m n, die mit Schrauben befestigt werden, welche durch die Löcher m gehen. Die kleinsten Zähne m stellt man aus rundem oder plattem Draht her und zwar immer zwei Zähne z z aus einem Drahtstück. Das dadurch U förmig zusammenstehende Zähnepaar wird in der gehörigen Anzahl durch Leder etc. o gesteckt und darin festgehalten.

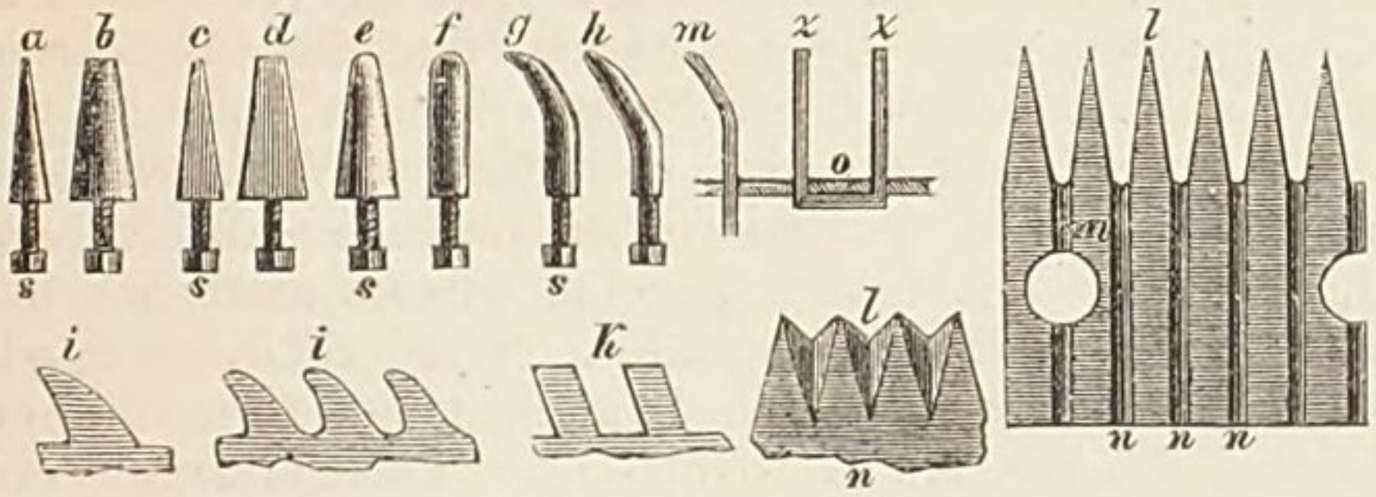


Fig. 381.

Um die Zähne oder die Schläger zur Wirkung zu bringen, werden sie auf rottirenden Wellen oder Trommeln befestigt und mit diesen in ein Gehäuse eingeschlossen, das einer Oeffnung für den Eintritt, einer für den Austritt des Materials bedarf. Das Einbringen und Ausnehmen des Materials kann dabei entweder in Perioden geschehen oder unterbrochen stattfinden. Im ersten Falle wird eine bestimmte Quantität den Auflockerungswerkzeugen auf einmal zugeführt (Aufgeben), eine zum Erfolg erforderliche Zeit damit in Berührung gelassen und dann auch auf einmal wieder fortgenommen. — Im zweiten Falle geschieht das Aufgeben (Speisen, Zuführen, Einlassen) durch besondere Organe (Speisevorrichtung); oft auch wird die Abnahme automatisch bewirkt. —

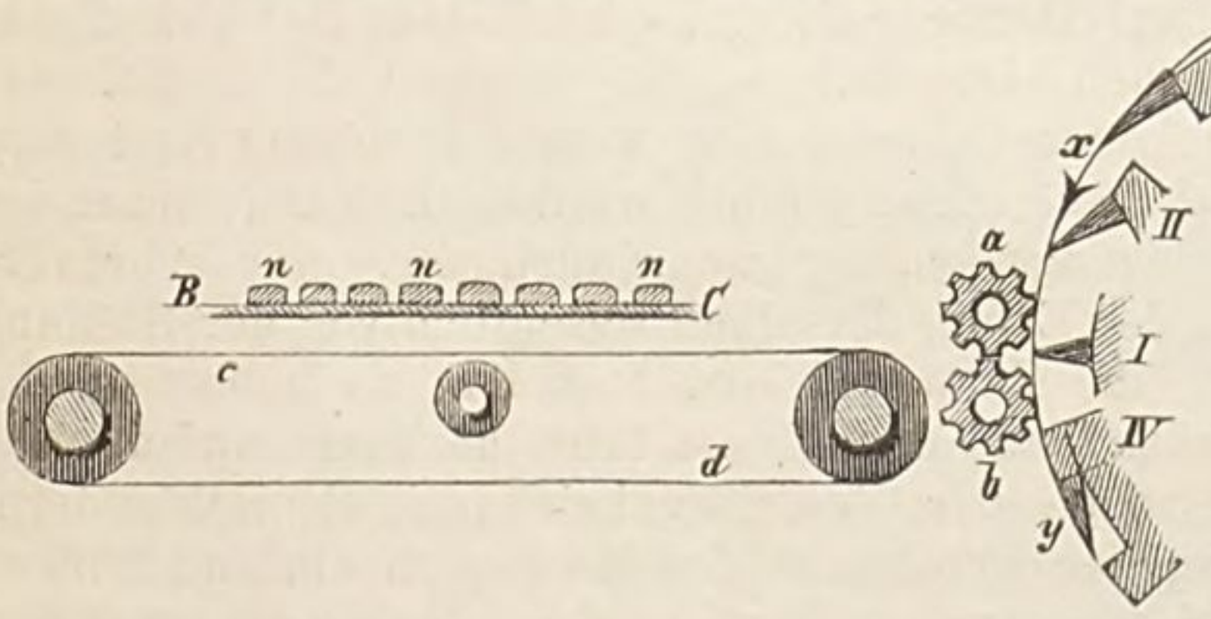


Fig. 382.

Die automatische Speisevorrichtung ist nicht nur desshalb von Wichtigkeit, weil sie eine regelmässige Zuführung und eine ununterbrochene Bearbeitung des Fasernmaterials gestattet, sondern weil sie zugleich auch zum Fest- und Zurückhalten desselben eingerichtet werden kann, wie es bei der Verwendung der reissenden

Werkzeuge nothwendig ist. Die kontinuirliche Speisung verlangt drehende Organe und deshalb wird dieselbe fast ausschliesslich durch ein Walzenpaar (Speisewalzen, Cylindres alimentaires, *Feeding rollers*) ab, Fig. 382, bewerkstelligt, dem das Material durch ein Tuch ohne Ende cd, das sich ununterbrochen vorbewegt, zugeführt wird (Zuführtuch, Einlasstuch, Tablier). Zum Erfassen der Fasern und zum Festhalten derselben sind die Speisewalzen der Länge nach gefurcht oder kannelirt, mitunter auch mit Spitzen oder Daumen besetzt. Ihr Durchmesser hängt vor Allem ab von der Länge der Faser, denn wenn diese zugleich allmählich abgestreift und festgehalten werden sollen, so muss der Speisewalzenhalbmesser stets kleiner als die Faserlänge sein, unter der zutreffenden Voraussetzung, dass die Zähne sehr nahe an den Walzen vorbeistreifen. — Wegen der Ungleichförmigkeit in der Lagendicke des zugeführten Materials ist eine gewisse Nachgiebigkeit zwischen den Speisewalzen erforderlich, wesshalb stets eine derselben nach oben oder unten beweglich gemacht, des erforderlichen Druckes wegen aber mit Gewichts- oder Federpressung versehen ist. Bei dieser einfachsten Anordnung herrscht jedoch der grosse Uebelstand, dass bei Eintritt einer dickeren, festen Faserpartie die ganze Walze mehr oder weniger bei Seite gedrängt wird, so dass die dünneren Partien nicht mehr festgehalten werden, sondern ohne Widerstand durchschlüpfen. Zur Beseitigung dieses Uebels hat man folgende, jetzt allgemein in Gebrauch gekommene, durch Fig. 383 dargestellte Vorrichtung erfunden.

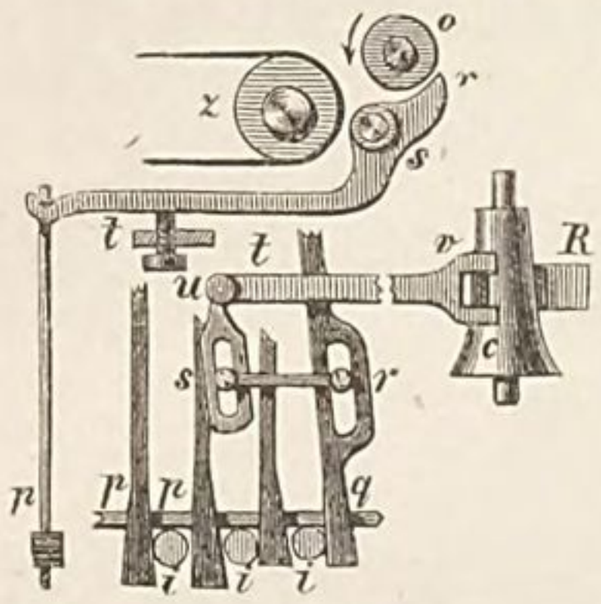


Fig. 383.

Unter der sich drehenden, aber nicht verschiebbaren Oberwalze o liegen in grösserer Anzahl ausgehöhlte Schienen rs klaviaturartig neben einander in ihrer Gesammtheit eine Mulde bildend. Diese etwa 15 mm. breiten Schienen bilden mit den Fortsetzungen st doppelarmige Hebel, deren Drehpunkt durch die Achse s festgelegt wird. Ein Gewicht p drückt die Finger rs gegen die Oberwalze o. Zur Regulirung des Abstandes zwischen or sind bei u Schrauben angebracht, welche die Bewegung der Hebel begränzen. Diese Mulden- oder Klavier-Einführung hat ausserdem noch den Vortheil, dass der Punkt, an dem das Material gehalten wird, viel weiter nach r vorrückt, so dass es möglich wird, auch sehr kurzes Material den arbeitenden Werkzeugen gesetzmässig darzubieten. — Die Abführung des bearbeiteten Materials erfolgt in der Regel durch ein Abführtuch, welches wie das Zuführtuch entweder aus starkem Baumwolle- oder Leinengewebe oder, Fig. 382 B, aus schmalen, auf Riemen, Gurten oder Ketten BC befestigten hölzernen Latten n (Lattentuch) besteht.

Die arbeitenden Zähne oder Schlagstöcke, welche in einem Kreise xy an dem Zuführapparat, Fig. 382, vorbeigeführt werden, haben je nach der Stellung, die sie zur Bewegungsrichtung xy einnehmen, eine sehr verschiedene Wirkung, so dass der Erfolg derselben wesentlich von der Stellung derselben abhängt. Stehen die Zähne wie bei I. radial, so haben sie die Tendenz, die Fasern streichend aus der Masse sanft herauszuzupfen, das Ausgezupfte aber bald vermöge der Zentrifugalwirkung abzuschleudern. Bei der Stellung III. dahingegen stecken sie in die Fasern ein und wirken energisch und kämmend, reissen etwaige Knoten oder feste Flocken mit und führen solche herum, da ein Abschleudern unmöglich ist. Bei der Zwischenlage II. zwischen I. und III. liegt offenbar die Wirkung in der Mitte. — Da

aber der Zweck des Oeffnens nicht erreicht wird, wenn die festen Flocken einfach abgesondert und nicht auseinander gezupft werden, so ist es nothwendig, dieselben wiederholt ähnlichen Organen darzubieten. Aus diesem Grunde sind die bewegten Zähne und Schlagstöcke oft noch von Schlag- oder Reissorganen umstellt, welche im Inneren des Gehäuses angebracht sind und entweder feststehen oder auch gegen die Hauptorgane eine relative Bewegung besitzen.

Den Verunreinigungen, welche durch das Oeffnen des Fasermaterials frei werden, muss, so wie sie diese Freiheit erhalten haben, Gelegenheit geboten werden, sich abzusondern. Ein kräftig hier mitwirkendes Mittel ist bereits in der Zentrifugalwirkung vorhanden, welcher das Material ausgesetzt ist, und die alle freien, schweren Substanzen aus der Masse herausschleudert: fügt man daher in das Gehäuse an passenden Stellen Gitter (Rechen) oder Siebe ein, welche diese Unreinigkeiten durchlassen, die Fasern aber zurückhalten, so wird schon eine erhebliche Absonderung eintreten.

Dasselbe kann natürlich überhaupt erreicht werden, wenn die Fasern etc. durch eine Kraft in schnelle Bewegung gesetzt, gegen solche Gitter oder Siebe geschleudert werden; und desshalb ist dieses Prinzip zu vorstehendem Zweck sehr oft in der Weise zur Anwendung gekommen, dass man das geöffnete Material durch einen, vermittelst eines Gebläses (Ventilators) erzeugten kräftigen Luftstrom in Bewegung setzt und gegen durchbrochene Wände schleudert. — Zugleich wird dann der durch das Sieb fliegende Staub etc. von dem Luftstrom mit fortgeführt und zwar gewöhnlich nach einem besonderen Orte (Staubthurm u. dergl.). — Um eine bequeme Entfernung der Fasern von dem Siebe zu ermöglichen, wird das letztere am zweckmässigsten als eine runde Trommel konstruirt, deren Oberfläche aus Drahtgewebe, schmalen Latten oder durchlöchertem Blech gebildet wird. Eine Drehbewegung dieser Siebtrommel (Staubtrommel, Roteur, *Dust cage*) bringt nicht nur die aussen aufliegenden Fasern aus dem Gehäuse heraus auf das Abführtuch, sondern schafft für den durchfliegenden Staub fortwährend freie Flächen. — Es mag hier bemerkt werden, dass der zum Staubabsondern benutzte Luftstrom neuerdings vielfach zugleich als Transportmittel für das Fasermaterial angewendet wird. Dann befindet sich an den betreffenden Maschinen statt des Zuführtuches ein Rohr, welches zu dem Aufbewahrungsort des Gespinnststoffes führt und hier mit einem Trichter versehen ist, in den das Material eingeschüttet wird, um vermittelst des Luftstromes in die Maschine gesogen zu werden.

1. Wolf[1]).

Soweit nun die oben erläuterten Organe zum Zwecke der ersten Reinigung oder der ersten Auflockerung (Oeffnen) dienen, führen sie, in ihrer Zusammensetzung und organischen Verbindung zu einer Maschine, den allgemeinen Namen Oeffner, Wolf, Teufel (Maschine à ouvrir, Ouvreuse, Loup, Diable, *Opener*, *Opening machine*, *Diable*).

---

1) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 65. — Berliner Verh., 1864. S. 44. — Hütte, 1860. Taf. 31 d. — Grothe, Techn. der Gespinnstfasern, Bd. I. S. 167. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1874. S. 210. — Publ. ind., V. 18. S. 145. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 244. — Zeitschr. für Wollengewerbe, 1873. S. 294 u. 441. — Polyt. Centr., 1848. S. 217; 1859. S. 1204; 1862. S. 246, 692 u. 1629; 1864. S. 1219; 1865. S. 1204. — Dingler's Journ., Bd. 63. S. 345; Bd. 69. S. 26; Bd. 107. S. 411; Bd. 126. S. 187; Bd. 152. S. 237; Bd. 167. S. 16; Bd. 174. S. 259; Bd. 178. S. 19.

Insbesondere unterscheidet man, wie aus dem Vorhergehenden verständlich wird, wohl Schlagwolf und Reisswolf, obgleich beide bei gewissen Formen und Stellungen der Zähne vollständig in einander übergehen.

1) Als Typus eines Schlagwolfes (Willow, Zauseler, Whipper, *Welow*, *Willow*, *Willy*, *Willey*) kann der in Fig. 384 dargestellte angesehen werden. Auf zwei Wellen a a sitzen radial eingeschraubt in 6 Reihen gleichmässig vertheilt 6, also im Ganzen 2 . 6 . 6 = 72 Schläger, welche aus zähem Holze angefertigt sind und bei der Drehung der Wellen mit ihren Enden einen Kreis von 880 mm. Durchmesser beschreiben und neben einander vorbeigehen.

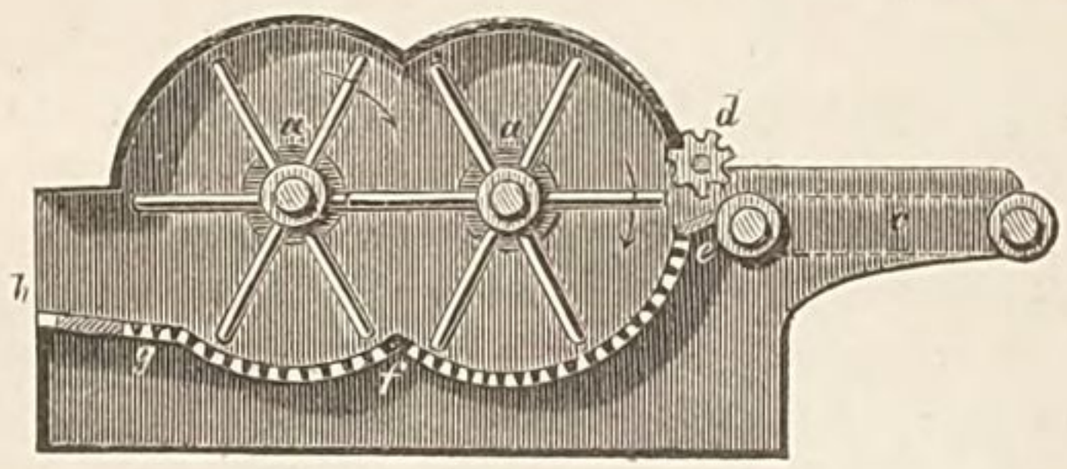


Fig. 384.

Das Arbeits-Material wird auf das Zuführtuch c gebracht und zunächst der kannelirten oder mit Zähnen besetzten Speisewalze d zugeführt und von dieser den ersten Schlägern dargeboten. Diese schleudern nun fortwährend portionenweise mitgenommenes Material gegen den konzentrischen Rechen e f und darauf in das zweite Schlägersystem, welches nun seinerseits dasselbe aufnimmt und gegen den Rechen f g und endlich bei g h durch das Ausspeiloch aus der Maschine herauswirft. — Da man den Schlägerwellen gewöhnlich 500 bis 600 Umdrehungen in der Minute giebt, also eine Peripheriegeschwindigkeit von 23 bis 27 m. pro Sekunde, so wird fast aller gelöster Schmutz durch die Roste geworfen. Das Zuführtuch bewegt sich mit etwa 3 m. Geschwindigkeit pro Minute, also mit 5 cm. pro Sekunde, woraus sich auch die bedeutende Auflockerung durch diese Maschine erklärt.

Von diesem Typus kommen namentlich folgende abweichende Ausführungen vor. —

2) Statt der zwei beweglichen Schlägersysteme ist nur eins vorhanden und das zweite durch Pflöcke ersetzt, welche zweckmässig unterhalb der Speisewalzen, mitunter denselben diametral gegenübersitzen, oder in mehreren Reihen unter dem Dach der Maschine angebracht sind. —

3) In vielen Fällen stehen die Schläger schräg [1]), 80° 40′ gegen die Achse geneigt, so dass das an einem Ende der Maschine aufgegebene Material dem anderen Ende zum Austritt zugeführt wird. —

4) Da dieser Material-Transport auch durch allmähliche Erweiterung des Gehäuses und Verlängerung der Schläger herbeigeführt werden kann, so erhält die Maschine häufig eine abgestumpft-kegelförmige Gestalt (konischer Wolf, Panier conique, *Conical-Willow*).

5) Oft wird der Schlagwolf vertikal aufgestellt. Dann sitzen z. B. auf der Welle 12 Arme und in dem Gehäuse vier vertikale Reihen von je 11 Pflöcken, zwischen denen die Arme durchschlagen. Der Abstand und zwischen diesen Reihen wird durch vertikale Gitterstäbe von 6 mm. Dicke mit 40 mm. lichtem Zwischenraum ausgefüllt. Das oben aufgegebene Material wird an diesem Siebe herumgeschleudert und unten ausgelassen.

6) Sehr viel in Anwendung ist der vertikal aufgestellte konische Willow [2]), Fig. 385. Auf der Achse a a befinden sich sechs bis acht runde

---

1) Civil-Ing., 1877. S. 7. — Publ. ind., V. 18. S. 145. 2) Polyt. Centr., 1862. S. 246.

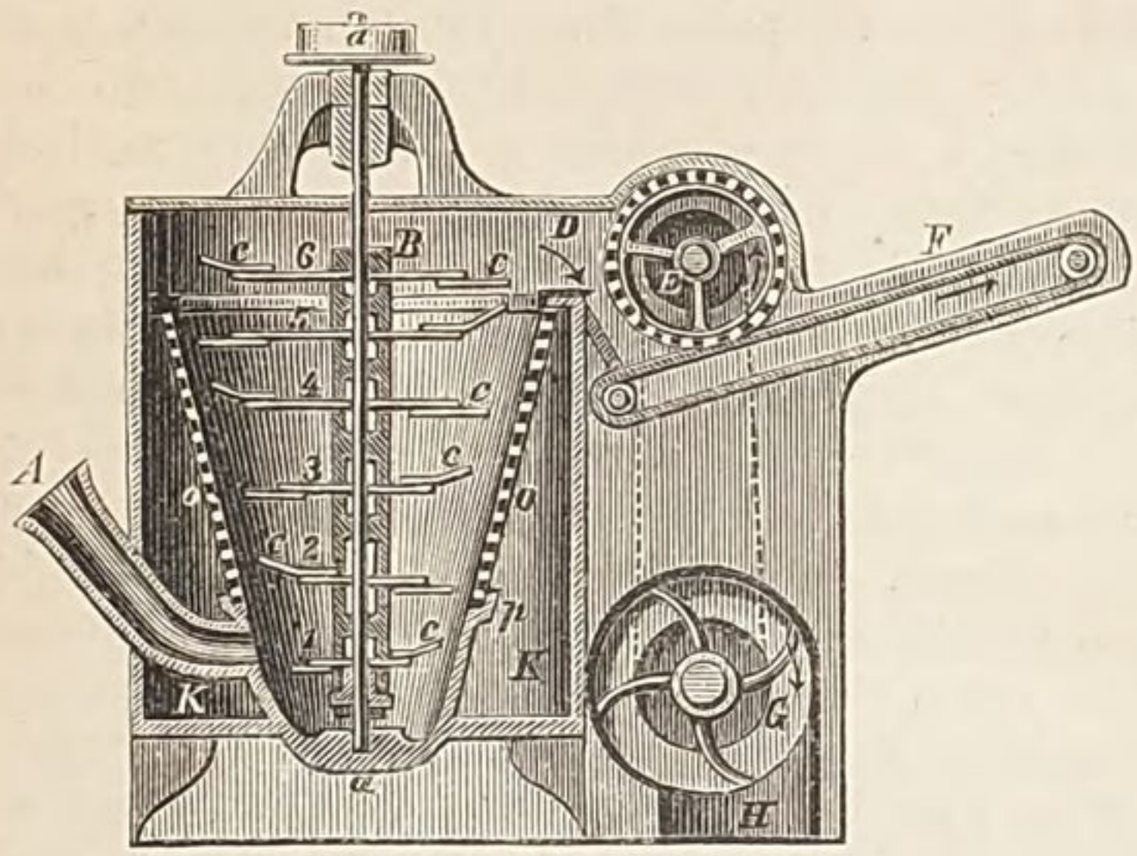


Fig. 385.

Blechscheiben 1, 2, . . . 6 mit einer Anzahl Schlägern c versehen, welche abwechselnd in die Scheibenebene fallen oder nach oben aufgebogen sind. Das Fasermaterial wird durch das tangential einmündende Rohr A unten eingeführt, von den Schlägern c ergriffen und mit Unterstützung der Zentrifugalwirkung und eines Luftzuges von den aufgebogenen Schlagarmen nach dem oberen weiteren Mantelraum B, aus diesem durch den Kanal D an die Staubtrommel E und endlich auf das Lattentuch F geführt, um geöffnet aus der Maschine auszutreten. Auf diesem Wege wird der schwere Schmutz durch die Oeffnungen des konischen Rostes op in den Raum K geworfen. Der bei G sichtbare Ventilator saugt ausserdem die Luft aus der Staubtrommel E und damit einen grossen Theil des Staubes an, um diesen durch den Kanal H zur Staubkammer zu befördern. Zur Verbindung von E mit G liegen seitwärts zwei durch punktirte Linien angedeutete viereckige Röhren, welche zentrisch in die Staubtrommel und in den Ventilator münden. In Folge der bedeutenden Geschwindigkeit des letzteren (600 und mehr Touren pro Minute) wird der Luftdruck in der Weise zur Wirkung gebracht, dass eine besondere Speisevorrichtung entbehrt werden kann, indem das Arbeitsmaterial von der Luft gefasst, den arbeitenden Schlägern zugeht. Der vorbeschriebene, vertikale, konische Wolf wird gewöhnlich doppelt ausgeführt, so dass zwei Schlagbehälter unmittelbar nebeneinander stehen. Dann verbindet das Trichterrohr A vermittelst einer Verlängerung den oberen Raum des ersten Behälters mit dem unteren des zweiten.

7) Die mit den Zähnen i, Fig. 381, ausgestatteten Oeffner bilden den Uebergang vom Schlagwolf zum Reisswolf. Da sie das Material mehr

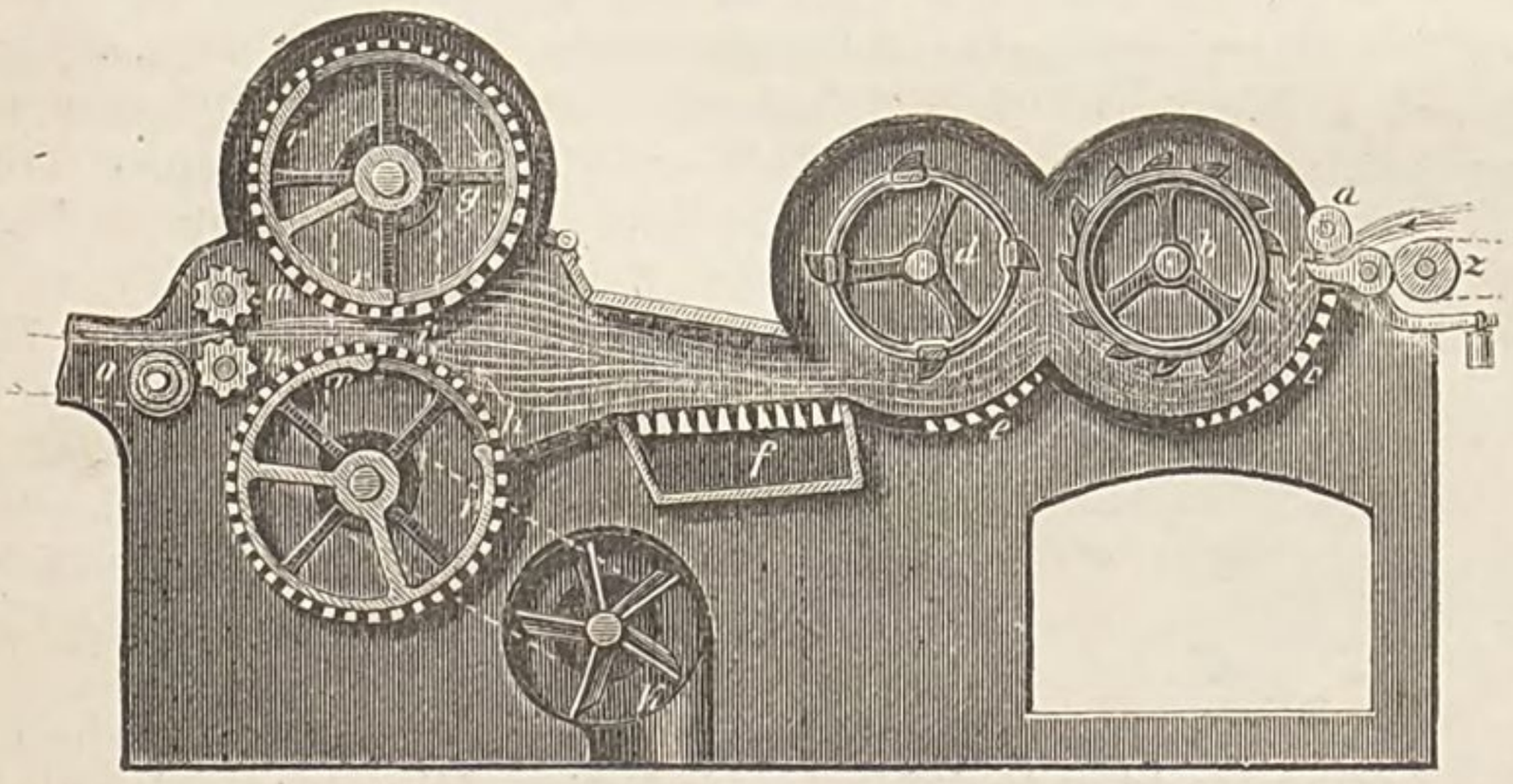


Fig. 386.

schonen als der letztere, das Oeffnen aber besser zu bewirken im Stande sind, als der eigentliche Schlagwolf, so haben sie eine ausgedehnte Ver-

wendung gefunden. Eine vielfach angetroffene Konstruktion desselben ist in Fig. 386 vor Augen gebracht. Das Einlasstuch z bringt das Material zunächst in die Muldenzuführung a, aus welcher es durch die Zackentrommel b heraus und gegen den Rost c geschlagen wird. Von hier wird dasselbe in das Bereich der zweiten Zackentrommel d getrieben und, von dieser gefasst, gegen den Rechen e und sodann über den Rost f hinweg gegen die zwei Siebtrommeln g und h geschleudert mit einer Gewalt, welche noch bedeutender durch die Luftverdünnung wird, die der Exhaustor K erzeugt und durch Seitenkanäle in das Innere der Staubtrommeln überträgt. Vermittelst einer langsamen Drehung dieser Trommeln werden die stark auseinander gerissenen Fasern allmählich bei i wieder zu einer dichteren Masse zusammengedrängt und dann durch die Auszugswalzen m n zur weiteren Volumsverminderung noch mehr gepresst, dem Abführtuch o übergeben. — Die Zackentrommel b hat 12 Zackenstäbe, wovon 6 mit 25 und 6 mit 26 Nasen (im Ganzen also mit 306) besetzt sind und dreht sich mit etwa 1000 Umdrehungen pro Minute. Der Durchmesser des Arbeitskreises beträgt etwa 500 mm., so dass die Nasen eine Geschwindigkeit von mehr als 26 m. pro Sekunde besitzen. Die Zackentrommel d hat nur vier Zackenstäbe, aber dieselben Geschwindigkeitsverhältnisse. Da man dem Zuführtuch z durchschnittlich 2 m. Geschwindigkeit pro Minute ertheilt, so kommen auf 2 m. Materiallänge 12000 Schläge, wobei eine auf dem Zuführtuch liegende Materialfläche von 2 m. Länge auf 1560 m., also auf das 780 fache ausgedehnt wird. Die Siebtrommeln drehen sich mit 20 m. Geschwindigkeit pro Minute und stauchen gewissermassen die Fläche daher wieder soweit zusammen, dass die bleibende Verlängerung das 10 fache beträgt. — Damit die Luft nur an der dem Inneren Raum des Oeffners zugekehrten Seite in die Siebtrommeln g und h eindringen kann, muss der andere Theil bedeckt gehalten werden, was durch die Blechzylinderabschnitte r r geschieht, die innerhalb der Trommeln auf deren Achsen balanzirend angeordnet sind.

8) Eine Variation des unter 7 beschriebenen Oeffners entsteht dadurch, dass man die zweite Zackentrommel d mit dem Rost e ausscheidet. Durch diese Vereinfachung möchte die Wirkung kaum merklich beeinträchtigt werden.

9) Es ist ferner in Vorschlag gebracht, einen einfachen Schlagwolf (wie oben bei 2 erwähnt) mit dem Oeffner unter 7 oder 8 zu verbinden.

10) Das Charakteristische eines Reisswolfes wird durch die spitzen Zähne a, d, l, Fig. 381, S. 527 gebildet, die in der Regel eine radiale Stellung besitzen und in grosser Zahl auf der Oberfläche einer Trommel angebracht sind, so dass der durch Fig. 387 dargestellte Reisswolf auch als Typus gelten kann. Die Trommel a, welche etwa 750 bis 1000 mm. Durchmesser und 0,5 bis 1 m. Länge hat, besteht aus 2 bis 3 von Armen getragenen Reifen, die auf der Oberfläche starke Bretter tragen, welche abgedreht als Mantelfläche der Trommel die Grundlage für die Aufnahme der Reisszähne bilden. Die letzteren sind in das Holz eingeschraubt oder durch Löcher desselben durchgesteckt und mit Muttern befestigt. Mitunter werden die Zähne in eiserne Schienen von der Länge der Trommel eingenietet und so reihenweise befestigt. Zweckmässig ist es bei der Befestigung darauf zu achten, dass die Zähne in Schraubenlinien zu liegen kommen. Das Fasermaterial

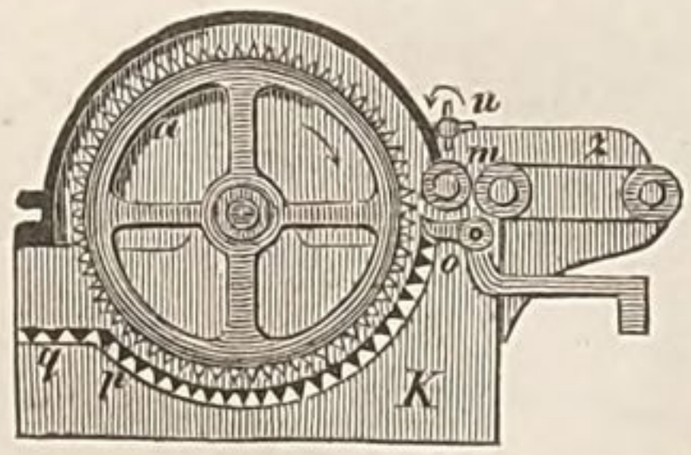


Fig. 387.

wird auch hier durch ein Zuführtuch z der Muldeneinführung m zugebracht, wobei eine sich drehende Flügelwelle u das etwa zu viel Aufgegebene zurückhält. Von den Zähnen gefasst, werden die Fasern kräftig auseinander gezupft, gegen den Rost op und über pq aus der Maschine geworfen, wodurch der Wolfabfall sich in dem Raum K ansammelt, um durch seitwärts in dem Blechgehäuse angebrachte Thüren von Zeit zu Zeit entfernt zu werden. — Die quantitative Wirkung dieses Wolfes hängt wieder von der Geschwindigkeit der arbeitenden Organe und der Zahl der Zähne ab. Die Zahl der Trommel-Umdrehungen beträgt etwa 350 bis 500 pro Minute, was einer Geschwindigkeit von 1200 bis 1570 m. in der Minute entspricht. Dabei wird durch die Speisewalzen von durchschnittlich 80 mm. Durchmesser und 6 bis 7 Umdrehungen das Material mit 1,5 bis 1,75 m. Geschwindigkeit zugeführt, also beinahe auf das 900 fache ausgedehnt. Die Zähnezahl ist ziemlich verschieden, indem bei einigen Wölfen die Zähne nur in 4, 6 oder 8 gleichweit von einander abstehenden Reihen, bei anderen aber über die ganze Oberfläche gleichmässig verbreitet sind. In den Reihen parallel zur Achse rechnet man 20 bis 40, durchschnittlich also 30 mm. Entfernung zwischen den Zähnen, demnach sitzen auf einer Trommel von 1 m. Länge 25 bis 50 Zähne, durchschnittlich 33 in einer Reihe. Dabei ist zu bemerken, dass die Zahl der Zähne in einer Reihe am grössten genommen wird, wenn die Zahl der Reihen selbst klein ist. Darum ist die Gesammtzahl der Zähne mitunter nur $4 . 50 = 200$, gewöhnlich jedoch viel grösser, z. B. $25 . 42 = 1050$; $66 . 24 = 1584$; $73 . 33 = 2409$. — Bei einer gleichmässigen Vertheilung der Zähne über die Trommeloberfläche kann man die gegenseitige Entfernung der Zähne im Mittel zu 35 mm. annehmen.

Als Abweichungen von dem typischen Reisswolf sind folgende bemerkenswerth:

11) Der Flügelwolf[1]). Statt der zylindrischen Trommel ist eine 1,62 m. lange Welle mit vier Blechflügeln vorhanden, die windschief stehen, so dass die obere Kante in einer Schraubenlinie liegt, welche eine Viertel-Windung ausmacht. Auf diesen vier Kanten sitzen je 50, also im Ganzen 200 spitze, 50 mm. lange Zähne, welche also der Reihe nach zum Angriff gelangen und Kreise von 1 m. Durchmesser beschreiben. Zur Verstärkung der Wirkung sind in dem Gehäuse noch zwei Reihen Gegen-Zähne angebracht, welche jedoch nicht fest sitzen, sondern in geringem Masse schwingen, wodurch eine besondere Schonung des Fasermaterials erzielt wird. Zum Abfliegen des Staubes liegt um die Flügel in der ganzen Ausdehnung ein Drahtgitter, aber in der Weise exzentrisch, dass in der unteren Hälfte die Zähne bis auf 25, in der oberen aber bis auf 112 mm. Entfernung daran vorbeigehen. Die Einführung des Arbeitsmaterials findet an einem Ende durch ein 420 mm. breites Zuführtuch mit Speisewalzen Statt.

12) Wird der Wolf mit einem Ventilator verbunden, der zur Entfernung des Staubes einen kräftigen Luftzug durch die Maschine treibt, so heisst er Ventilatorwolf.

13) Mitunter wird der Flügelwolf 11 dahin abgeändert, dass man die Zähne in Schraubenwindungen um einen stumpfen Kegel anordnet, das Gehäuse aber zylindrisch lässt und im Inneren nach der Kegelspitze hin mit an Länge zunehmenden Zähnen ausstattet.

14) Klettenwolf (Egloutronneuse, Echardonneuse). Dieser hat die spezielle Aufgabe, die Wolle (S. 499) von Kletten und ähnlichen groben

---

1) Grothe, Techn. der Gespinnstfasern, Bd. I. S. 178. — Berliner Verh., 1834. S. 134.

Unreinlichkeiten zu befreien und zwar entweder durch Abziehen der Wollfasern von den Kletten oder durch Herausschlagen der Kletten aus der Wolle. — Da das Abziehen der Wolle von den Kletten in hohem Grade mit dem Egreniren der Baumwolle verwandt ist, so erklärt es sich, wesshalb die hierzu verwendeten Klettenwölfe nur Modifikationen der S. 485 in Fig. 360 und 361 dargestellten Sägen- und Schlagegrenirmaschinen sind [1]). — Zur Entfernung der Kletten nach der zweiten Methode sind zwei Organe [2]) nothwendig: eins, welches die Wolle darbietet und festhält und ein zweites, welches die Kletten etc. aus der dargebotenen Wolle herausschlägt. Das erste Organ wird in der Regel von einer Trommel (Klettenwalze) gebildet, deren Oberfläche streifenweise mit solchen Kammzähnen besetzt ist, wie sie in l, Fig. 381 gezeichnet sind. Diese Zähne sind aber nicht nur tangential gestellt (Fig. 382 IV.), sondern auch so in den Trommelkörper eingelassen, dass sie die Wolle in schonendster Weise fassen; gleichzeitig hat die aufgenommene Wolle Gelegenheit, sich in die etwa 1,5 mm. tiefen Nuthen nn, des Kammstabes l, Fig. 381, zu legen und sich den Einwirkungen des schlagenden Organes zu entziehen. Das letztere besteht dann gewöhnlich in einer schnell rotirenden Walze mit radial gestellten Schienen, die sehr nahe an der Klettenwalze vorbeistreifen. Die in den spitzen Zähnen sitzen gebliebene Wolle wird alsdann denselben durch rotirende Bürstenwalzen entnommen. — Eine Abänderung [3]) der obigen Klettenwalze besteht darin, dass statt der aufgeschraubten Kammstäbe dreierlei schmale Ringe auf die Walze geschoben werden und zwar zuerst ein Stahlring von 2,5 mm. Dicke, der so ausgeschnitten ist, dass Zähne von der Form K, Fig. 381 entstehen; darauf folgt ein glatter Stahlring von demselben Durchmesser und endlich ein dritter ebenfalls glatter Ring von kleinerem Durchmesser, um die anderen in gleicher Entfernung von 2,5 mm. auseinander zu halten. Indem beim Rotiren der mit dieser Garnitur versehenen Trommel die Wollfasern von den Zähnen gefasst werden, erhalten die auf den glatten Ringen liegenden Kletten etc. die Schläge von den Schlagmessern der Schlagwalze und fliegen durch einen Rost ab.

15) Besonders erwähnenwerth ist noch, dass vielfältige Kombinirungen von Schlagwolf mit Reisswolf; Reisswolf mit Klettenwolf; Schlagwolf mit Klettenwolf u. s. w. entstanden sind.

2. Schlagmaschine.

Der Wolf ist selbst in seiner verschiedensten Einrichtung weder im Stande noch dazu bestimmt, die Auflockerung des Fasermaterials in solchem Grade zu bewirken, dass thatsächlich jede Faser eine freie Beweglichkeit erhält; auch dann nicht, wenn das Wolfen mehrere Male hintereinander vorgenommen wird. Der Grund für diese unvollkommene Wirkung des Wolfes liegt wesentlich in dem Umstande, dass die Arbeitsorgane einzeln stehen, demnach nur stellenweise zum Angriff kommen und darum nur büschelweise die Fasern absondern. Aus derselben Ursache kann durch den Wolf keine vollständige Reinigung erzielt werden, weil die in den Faserbüscheln sitzenden fremden Substanzen sich nicht zu entfernen vermögen. Zu einer weiter gehenden Auflockerung und Reinigung wird man nur durch Operationen und Organe gelangen, bei welchem man ausnahmslos jede Faser in den Wirkungskreis hineinzieht. Das tritt unter Anderem

---

1) Polyt. Zeit., 1875. S. 367. — Dingler's Journ., Bd. 178. S. 337. 2) Berliner Verh., 1851. S. 177. 3) Berliner Verh., 1864. S. 44.

dann ein, wenn man die aus festhaltenden Organen (Speisewalzen) langsam austretenden Fasern auf sämmtlichen Punkten der ganzen Linie dem Einflusse einer ununterbrochenen Reihe von Schlagorganen aussetzt, d. h. wenn man statt der einzelnen, radial gestellten Schlagstäbe, Nasen, Zähne etc. eine Schlagschiene anwendet, welche parallel einer Drehachse mit dieser durch einzelne Arme verbunden wird, so dass sie bei der Rotation der Achse eine Zylinderfläche beschreibt. Dadurch entwickelt sich aus dem Oeffner diejenige, besonders für die Auflockerung der Baumwolle wichtige Schlagmaschine[1]) (Flackmaschine, Batteur, *Scutcher, Blower, Picker*), welche in Uebereinstimmung mit dem Oeffner wesentlich aus dem Speiseapparat, der Schlägervorrichtung, dem Apparat zur Entfernung des Staubes etc. und zur Abgabe des geschlagenen Materials besteht.

Zur ununterbrochenen Speisung dienen auch hier das Zuführtuch mit den kannelirten Speisewalzen, entweder nach dem einfachen, S. 527, Fig. 382 dargestellten Prinzip oder zweckmässiger und daher sehr oft mit der Klaviermulde und Regulirung S. 528, Fig. 383 angeordnet, damit die Festhaltung dem Schläger möglich nahe rückt, was namentlich für kurzfaseriges Material (z. B. Bengal-Baumwolle) wichtig ist.

Die Schlagvorrichtung, Fig. 388 besitzt als Werkzeug eiserne oder stählerne Schienen oder Linealeu (Schläger, Flügel, Volant, Frappeur, Batte, *Beater, Scutcher*), wovon mindestens und gewöhnlich 2, mitunter auch 3 bis 4 in genau gleichem Abstande durch starke Arme s mit der sich sehr schnell drehenden Achse verbunden und an der Schlagkante u nach einem Winkel von 90° oder etwas spitzer (etwa 80°) glatt abgearbeitet und an der äusseren Fläche nach dem Rotationshalbmesser (175 bis 200 mm.) gekrümmt sind. —

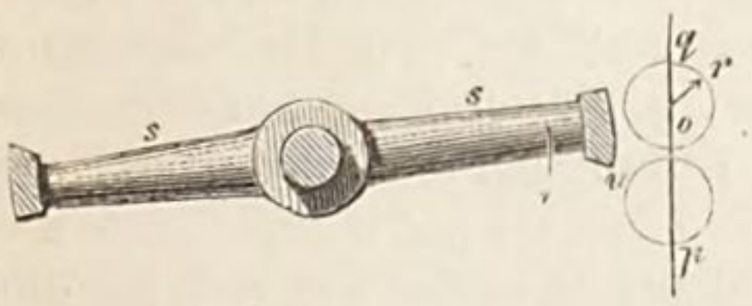


Fig. 388.

Indem die Schläger ss in möglichst geringem Abstande an den Speisewalzen pq vorübergehen, schlagen sie die von den Walzen dargebotenen Fasern auf der ganzen Länge der Walzen, wobei jede Faser eine Anzahl von Schlägen erhält, welche abhängt von der Umdrehzahl der Schläger, von der Peripheriegeschwindigkeit e und dem Halbmesser r der Speisewalzen, sowie von der Länge l der Faser. Bei zwei Schlägern und der minutlichen Umdrehzahl n erhält die während derselben Zeit dargebotene Faser 2 n Schläge. Die Mittellinie qp bezeichnet den Punkt o, an dem die Faser von den Speisewalzen festgehalten wird, und u bezeichnet die Stelle, wo der Schlag erfolgt. Da die Faser aber nur so lange geschlagen werden kann, als sie von o festgehalten wird, so erhält sie die Schläge nur auf der Länge l—r. Daher ist der Radius r so klein als möglich und stets kleiner als l zu machen und die Anwendung der Mulde so empfehlenswerth. — Ist nun c die minutliche Geschwindigkeit der Speisewalzen, so kommen auf eine Faserlänge c auch 2 n Schläge unter der Voraussetzung, dass uo äusserst klein ist. Demnach wächst die Einwirkung der Schlagmaschine mit der Zunahme von n und der Abnahme von c, so dass sich für die Wirkung W die Beziehung ergiebt

$$W = \frac{2 \,.\, n}{c}$$

1) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 73. — Publ. ind., V. 4. S. 329; V. 19. S. 401. — Leigh, Science of Cotton Spinning, V. 1. S. 65. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1876. S. 65. — Polyt. Centr., 1852. S. 858; 1861. S. 1391; 1864. S. 864. — Dingler's Journ., Bd. 103. S. 24; Bd. 126. S. 185; Bd. 184. S. 480; Bd. 220. S. 36.

oder bei m Schlägern $$W = \frac{m \cdot n}{c}$$

wo die Wirkung die Zahl der Schläge auf eine Längeneinheit der Faser bedeutet. Ist z. B. $m = 2$; $n = 1500$; $c = 1250$ mm., so ist

$$W = \frac{3000}{1250} = 2{,}4,$$

also kommen auf 1 mm. Faserlänge 2,4 Schläge. Angenommen die Gesammtlänge der Faser = 25 mm., so erhält jede Faser 60 Schläge, bevor sie die Speisewalzen verlässt. Würden in diesem Falle die Speisewalzen z. B. 30 mm. Durchmesser haben, so wäre die Einwirkung auf 25—15 = 10 mm. der Faser beschränkt und betrüge nur 24 Schläge. — Weil nun die Flügelwelle gewöhnlich 1000 bis 1600 Umdrehungen pro Minute macht und das Zuführtuch wie die Speisewalzen etwa 1 m. Geschwindigkeit pro Minute haben, so ist leicht zu erkennen, welchen hohen Grad von Auflockerung die Schlagmaschine erreichen lässt.

Um jedoch den heftigen Schlag des Flügels zu mildern, sind neuerdings bewegliche sog. Flegel-Schlagflügel in Vorschlag gebracht [1]).

Bezüglich der Staubabführung ist ebenfalls eine Gleichartigkeit zwischen Wolf- und Schlagmaschine vorhanden, indem der eine Theil der Unreinlichkeiten durch einen unter dem Schläger angebrachten zylindrischen Rost oder Rechen (*Grid*), der zweite durch einen an diesen Rost anstossenden graden Rost und der dritte Theil durch die Staubtrommel vermittelst des Ventilators zum Staubthurm entfernt wird.

Der ausserordentlich hohe Grad der Auflockerung in der Schlagmaschine macht (ausser dem selbstverständlich zum Umschliessen der Schläger etc. vorhandenen Kasten) noch eine Vorrichtung erforderlich, der die herumfliegenden Fasern sammelt und in eine leicht transportable Gestalt bringt. Zum Theil dient hierzu zwar schon die Siebtrommel, welche die auf der Oberfläche sich ansammelnden Fasern vor der Abgabe zusammendrängt, indem sie nur eine Peripherigeschwindigkeit von 2 bis 6 m. pro Minute besitzt, allein sie vermag wegen der Nachgiebigkeit der Oberfläche nur geringe Pressung auszuüben. Deshalb sind vielmehr, unmittelbar auf die Staubtrommel folgend, Presswalzen (Druckwalzen, Kalanderwalzen, Laminoir, *Callender rollers*) angebracht, welche die Fasermasse zusammendrücken und dadurch in eine zusammenhängende Fläche verwandeln, die nunmehr aufgewickelt und in einen zylindrischen Körper übergeführt werden kann, der allgemein den Namen Wickel, Fliess, Pelz, Fell, Watte, Pack führt und auf einer Walze sitzt, die Wickelwalze genannt wird und den Transport dieses Wickels wesentlich erleichtert. Die mit der Vorrichtung zum Wickeln versehene Schlagmaschine führt deshalb den Namen Wickelmaschine (Wattenmaschine, Batteur étaleur, *Lap machine*, *Spreader*, *Spreading machine*).

Zur näheren Erläuterung mag die durch Fig. 389 im Längenschnitt vor Augen geführte Schlagmaschine dienen. Das Zuführtuch a giebt das Fasermaterial zunächst an die Speisewalzen b ab, welche dasselbe sodann den Schlägern A darbietet. Diese lösen die allmählich frei werdenden Fasern aus der Masse aus und werfen sie gegen den Rost c, während der Ventilator v sie aus dem Raum B, der mit dem Gitterboden d versehen ist, gegen die Siebtrommeln e saugt, die nun mit langsamer Drehung ausgestattet, dieselben sammeln und dem Walzenpaare i übergeben. Von

1) Deutsch. Ind.-Zeit., 1876. S. 65. — Dingler's Journ., Bd. 220. S. 36.

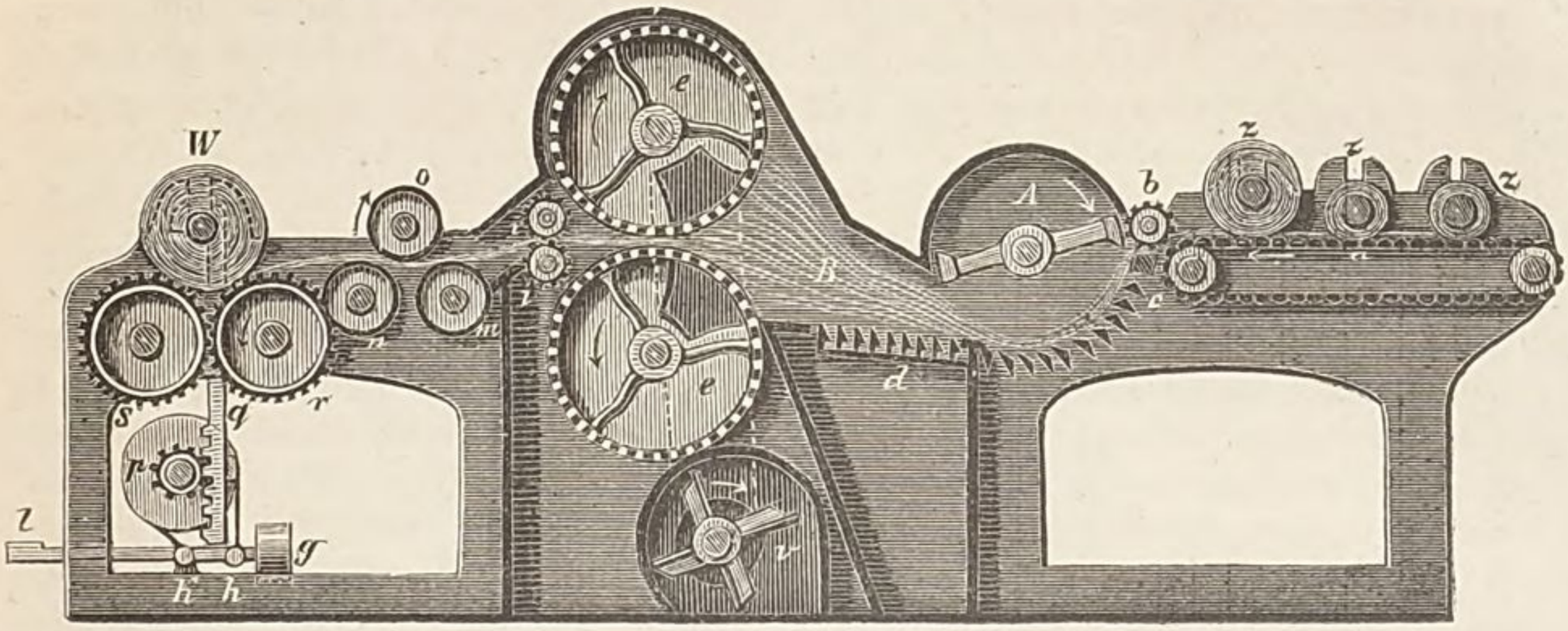


Fig. 389.

hier gelangt das fliessartig zusammenhängende Material an die Kalanderwalzen m n o, wovon die obere o bedeutend mit Gewichten belastet ist. Sodann wird das nunmehr gebildete Fliess der Walze W zugeführt und zu einem Wickel oder Pack aufgewickelt. — Das Aufwickeln, welches mit Hilfe der beiden Walzen r s erfolgt, muss mit einer Geschwindigkeit geschehen, welche der Peripheriegeschwindigkeit der Kalanderwalzen gleich ist, damit weder ein Stauchen (bei kleinerer) noch ein Abreissen (bei grösserer Geschwindigkeit) eintreten kann. Deshalb wird der Wickel mit seiner Walze nur durch Reibung von den Walzen r s mitgenommen, weil dadurch trotz der Durchmesserzunahme des Wickels die Geschwindigkeit konstant bleibt. Damit hierbei die Wickelwalze sich dem Durchmesser entsprechend von den Triebwalzen entfernen kann, ist sie nur in einen Schlitz des Gestells gelegt. — Endlich mag noch hervorgehoben werden, dass das Anpressen des Wickels W an die Walzen r s auf sehr sinnreiche Weise statt durch Gewichte, durch ein Bremsband bewirkt wird. Zu dem Zwecke greift die an der Wickelwalze hängende Zahnstange q in das Zahnrad p ein, das mit einer Bremsscheibe verbunden ist, die durch das Bremsband k h vermittelst des Gewichtes g die Bremsung erhält, welche durch einen Fusstritt l sofort aufgehoben und durch das Gewicht g regulirt werden kann. — Gewöhnlich verbindet man mit dieser Belastungsvorrichtung noch eine selbstständige Abstellung [1]) bei bestimmter Wickeldicke.

Der Vorgang in der Schlagmaschine lässt erkennen, dass das Fliess eine gewisse Regelmässigkeit in der Vertheilung der Quantität auf eine bestimmte Fläche besitzen muss, wenn abgewogene Mengen Material auf abgemessene Flächen des Zuführtuches aufgegeben werden. Verbreitet man z. B. über 1 □m. des Zuführtuches 1 kg. Fasermaterial, so wird, vorausgesetzt dass die Triebwalzen m n die Geschwindigkeit des Zuführtuches besitzen, auch in 1 □m. Fliess 1 kg. Fasern vorhanden sein. Dem entsprechend kann mit der Schlagmaschine schon der Anfang zur quantitativen Anordnung der Fasern gemacht werden. — Erfahrungsmässig ist der Durchgang durch e i n e Schlagmaschine selten zur vollständigen Isolirung der Fasern genügend; gewöhnlich werden dieselben 2 bis 3 mal geschlagen. Dann vereinigt man zur Vermeidung des Transportes oft zwei Schlägersysteme so, dass das Ablieferungswalzenpaar i als Speisewalzen für das zweite Schlägersystem dient, welches daher zwischen das Walzenpaar i und die Kalanderwalzen m n o eingeschaltet ist (d o p p e l t e Schlag-

1) Techn. Lexicon, Bd. I. S. 329.

maschine). In den meisten Fällen (selbst bei Anwendung der doppelten Schlagmaschine) jedoch wird noch eine zweite Schlagmaschine verwendet und die sich dadurch bietende Gelegenheit benutzt, die Gleichmässigkeit des Fliesses zu erhöhen, indem man mehrere 2, 3, 4 Fliesse der ersten Schlagmaschine gleichzeitig von Neuem auflockert und sich schliesslich wieder zu einem Fliess vereinigen lässt (Dupliren, Doubliren). Zu dem Zwecke werden, wie Fig. 389 erkennen lässt, die Wickel bei z auf das Zuführtuch a gelegt, allmählich abgewickelt, aufgelockert und als neuer Wickel bei x wieder aufgewickelt. In der Regel liegt der Doublirmaschine nicht die Aufgabe ob, eine neue Watte zu bilden, welche bezüglich der quantitativen Vertheilung von dem ersten Wickel abweicht, sondern es soll vielmehr ein Wickel entstehen, dessen Gewicht pro Flächeneinheit gleich dem arithmetischen Mittel aus der Anzahl n der vorgelegten Wickel ist. Aus dem Grunde muss die Geschwindigkeit v der Ablieferungswalzen um das n fache grösser sein, als diejenige c der Speisewalzen, wodurch andererseits bei bleibender Breite des Wickels, dieser auch um das n fache länger (gestreckt) wird. — Dass man durch geringere oder grössere Geschwindigkeitsabweichungen diese Streckung (Verzug) auch zur Erzeugung dickerer oder dünnerer Wickel benutzen kann, geht aus der einfachen Gleichung

$$v\,\delta_1 = c\,n\,\delta,$$

also

$$\delta_1 = \frac{c}{v}\,n\,\delta$$

hervor, wenn δ_1 die Dicke des neuen und δ diejenige des ersten Wickels bedeutet.

Ausser der bereits oben erwähnten Verschiedenheit in der Zahl der Schlagflügel und der Schläger kommen Abweichungen von der typischen Anordnung namentlich an den Reinigungsapparaten vor. So wird sehr oft die untere Siebtrommel durch ein bewegtes Lattentuch oder durch einen festliegenden Boden aus polirtem Zinkblech ersetzt. — Zur Vermeidung eines endlosen Lattentuches unter der Siebtrommel ist die Anordnung getroffen, dass die aufgelockerte Baumwolle nicht wie gewöhnlich unter, sondern über der Siebtrommel weggeführt wird. — Statt der Siebtrommel ist ein endloses Sieb in Vorschlag gebracht, unter dessen oberen Fläche durch den Ventilator die Luft weggesogen wird. — Um die austretende Watte recht fest zusammen zu drücken, sind oft statt der drei Kalanderwalzen derer vier (zwei Paar hinter einander, oder alle vier in einer Linie übereinander), oder fünf in der Weise angebracht, dass um eine grössere Walze über der oberen Hälfte noch vier kleinere Presswalzen gruppirt sind, die der Reihe nach mit steigendem Druck belastet werden, so dass die Watte immer dichter wird.

Betreffs der Dimensionen der Schlagmaschinen ist zu bemerken: die Arbeitsbreite = der Länge der Speisewalzen, ist gewöhnlich = 450, 600, 900, 1000 mm.; der Durchmesser der Speisewalzen beträgt 50 bis 80 mm.; derjenige des Schlägerkreises 330 bis 450 mm.; derjenige der Siebtrommel 275 bis 575 mm.; derjenige der Kalanderwalzen 100 bis 150 mm. und derjenige der Wickelwalzen 125 bis 200 mm. Die Verschiedenheit der Dimensionen, die Verzugsverhältnisse etc. fordern selbstverständlich eine ebenso grosse Verschiedenheit in der Antriebs-Geschwindigkeit der Organe, worüber nur angeführt werden mag, dass die Speisewalzen durchschnittlich 1,5 bis 3,0 m. Geschwindigkeit pro Minute haben, dass die Schläger 900

bis 1400 Umdrehungen machen und die Siebtrommeln sich ungefähr mit der Geschwindigkeit der Kalanderwalzen bewegen.

In vielen Fällen geht bei den Vorbereitungsarbeiten der Schlagmaschine ein Oeffner voran, so dass 3 Maschinen: Oeffner, erste Schlagmaschine und zweite Schlagmaschine unmittelbar auf einander folgen. Zur Vermeidung unnützen Transportes und Zeitaufwandes hat man daher wohl diese Maschine vereinigt[1]): Oeffner mit Schlagmaschine.

II. Isolirung der Fasern und Bildung eines Faserbandes.

Betrachtet man bei den Oeffnern und den Schlagmaschinen die für das Auflockern und das Sammeln vorhandenen Organe auf ihre Wirkung genau, so findet man bald, dass die letztere von Einflüssen abhängt, die nicht immer dieselben, sondern vielmehr sehr wechselnd sein können und daher weder eine vollständige Auflockerung, noch die Abgabe eines gleichmässigen Fliesses mit der für die weitere Verarbeitung erforderlichen Zuverlässigkeit möglich machen. Zunächst ist schon die unvermeidliche Unregelmässigkeit in der Speisung eine Quelle dieses Fehlers. Mehr noch als diese, ist es aber die wirbelnde Bewegung, in welche die Fasern hineingerathen und die zur Folge hat, dass die herumfliegenden Fasern und Faserbüschel in verschiedenen Richtungen und Ablenkungen auf die Siebtrommel stossen, sich hier ungleich anhäufen und daher zu einem Fliesse sich vereinigen, welches selbst nach dem üblichen Dupliren nicht die gewünschte Beschaffenheit erhält. Diese kann aber ausser einer möglichst regulirten Zuführung nur durch wiederholtes Auszupfen mit Vermeidung des gesetzlosen Herumfliegens der Fasern, durch fortgesetzte Streckung und Duplirung und regelmässiges Sammeln herbeigeführt werden.

Da die Regelmässigkeit der Zuführung mit der Gleichmässigkeit des Fliesses wächst, letztere aber eben fortwährend zunimmt, so ist für die Vergrösserung der ersteren von vornherein gesorgt.

Es wurde bereits oben betont, dass das Auszupfen am zweckmässigsten mit hakenartigen Organen von Statten geht, welche in die dargebotene Fasermasse einstechen, die gefassten Fasern auseinander streichen und in dem Masse mitnehmen, als sie von den Speiseorganen hergegeben werden, und dass die Wirkung der mit diesen Organen ausgestatteten Maschinen sich mit der Zahl derselben im graden Verhältnisse steigern muss. Da nun durch die vorangegangene Auflockerung der Widerstand der Fasern gegen das Auszupfen sehr gering geworden ist, so können die nunmehr folgenden Zähne sehr dünn sein, in Folge dessen zu einer grossen Zahl auf einer Fläche zusammen stehen und in eminenter Weise die Aufgabe des Auszupfens lösen. Demnach ist zunächst in einer mit sehr vielen Zähnen wirkenden Maschine die Möglichkeit einer grossen Auflockerung herbeigeführt.

Die wirbelnde Bewegung wird hauptsächlich durch den Luftstrom erzeugt, der die Fasern behufs ihrer Reinigung an die Siebe treibt. Durch Weglassung der Siebe und des Ventilators ist demnach die Hauptursache der Unzuverlässigkeit in der Fliessbildung aufgehoben. Es bleibt nur noch die Zentrifugalwirkung für das Umherschleudern zurück, welche jedoch durch die greifende Stellung (Fig. 382 II.) der Zähne ebenfalls fast vollständig aufgehoben werden kann, da diese Stellung zugleich geeignet ist, die Fasern festzuhalten.

---

1) Civil-Ing., 1876. S. 81. — Publ. ind., V. 19. S. 401.

Bezüglich der erwünschten Streckung und Duplirung ist ja zunächst die Relativbewegung zwischen Speise- und Abzug-Organen massgebend, so dass bei n facher Geschwindigkeit der Abzugs-Organe eine n fache Streckung erfolgt. Ist nun n einigermassen bedeutend, so wird das Fliess so locker, zart und dünn, dass das Auf- und Abwickeln z. B. zum Zweck des Duplirens nicht mehr ohne öfteres Zerreissen etc. möglich wird und es in diesem Falle vielmehr geboten erscheint, das Fliess seitwärts so zusammen zu drängen, dass es in einen schmalen, dickeren, also auch festeren Faserkörper verwandelt wird, der den Namen Band (Ruban, *Sliver*, *End, Card-end*), auch Locke (Loquette, Boudin, Ploque, *Carding*, *Roll*) führt und entweder beim Austritt aus der Maschine aufgewickelt oder in Gefässe, Körbe, Kannen aus Blech (Topf, Boîte, Pot, *Can*) geführt wird. — In einigen Fällen wird allerdings das Fliess in Folge des Duplirens so dick, dass die Bildung des Bandes durch Theilung vorgenommen werden muss.

A. Kratzen.

Der in Rede stehenden Operation hat man wegen der mit der Wirkung von Karden (beim Tuchrauhen) verwandten, kratzenden, streichenden Wirkung den Namen Kratzen, Streichen, Krempeln, Kardätschen (Carder, Cardage, *Carding*) gegeben und die zur Verrichtung dieser Operation dienenden Maschinen Kratzmaschinen (Kratzen, Krempeln, Krempelmaschinen, Streichmaschinen, Karden, Machines à cardes, *Carding engines*[1]) genannt.

Der wesentlichste Theil der Kratzmaschine ist der Auflockerungsapparat, welcher einer ausgiebigen Wirkung halber aus zwei Systemen von hakenartigen Zähnen bestehen muss: aus demjenigen, das die Fasern aufnimmt, fortträgt und kratzt, und aus demjenigen, das die kratzende Wirkung des ersten unterstützt und verstärkt, weil offenbar die nur vor den Speisewalzen statthabende Arbeit sehr ungenügend sein würde. — Die Zähne werden, da sie dünn sein müssen, aus Metalldraht hergestellt, wie Fig. 381 m zeigt, so gebogen, dass sie in der Richtung der Spitze bewegt, in das Material einstechen.

Der zu den Häkchen verwendete Draht (aus Stahl oder aus Eisen hartgezogen) ist entweder und gewöhnlich im Querschnitt rund von 0,4 bis 3,0 mm. Dicke, oder dreieckig oder endlich flach plattgewalzt, welcher letztere die widerstandsfähigsten Zähne liefert, da deren flache Seite in die Bewegungsrichtung gestellt wird. Die Zähnchen selbst werden aus diesem Draht durch Maschinen hergestellt und zugleich reihenweise in Streifen aus Leder oder einem starken mit Kautschuk getränkten Baumwoll-Stoff (künstlichem Leder) oder einem dicht gewalkten Wollstoff (Tuchleder, Wolltuch[2]), Drag-cuir) eingesteckt, so dass je nach ihrer Feinheit 5 bis 100 auf 1 □cm. kommen. Diese Streifen sind entweder verhältnissmässig kurz (0,45 bis 1,12 m.) und breit (75 bis 150 mm.) und heissen dann Blätter (Feuilles, Plaques, *Sheet-cards*, *Card-sheeds*) oder lang (25 m. und mehr) und schmal (33 bis 50 mm.), wo sie Bänder (Rubans de cardes, *Fillet-cards*) genannt werden. Die Zähnchen treten

---

1) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 91. — Grothe, Streichgarnspinnerei, S. 251. — Berliner Verh.. 1829. S. 167; 1864. S. 100 u. 108. — Publ. ind., V. 5. S. 372; V. 13. S. 49; V. 15. S. 277; V. 16. S. 441; V. 17. S. 275. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 373; 1869. S. 116; 1871. S. 34. — Polyt. Centr., 1860. S. 6, 549, 919 u. 940; 1861. S. 779 u. 910; 1862. S. 911, 1120 u. 1380; 1863. S. 42. — Dingler's Journ., Bd. 136. S. 195; Bd. 149. S. 95 u. 421; Bd. 164. S. 404; Bd. 165. S. 250; Bd. 169. S. 17; Bd. 174. S. 259; Bd. 188. S. 462; Bd. 220. S. 140. 2) Polyt. Centr., 1857. S. 848.

entweder rechtwinklig aus dem Leder heraus und werden dann durch Biegen zum Angriff gestellt, oder sie stehen schräg auf dem Leder, wie z. B. immer dann, wenn sie aus geplättetem Draht erzeugt sind, weil hier das Biegen unzulässig ist. Die Stärke der Biegung ist verschieden, allein in der Regel so bemessen, dass das eintretende Drahtende 50 bis 55° gegen die Bewegungsrichtung geneigt ist. Die Spitze der Zähne ist mitunter durch eine Zuschärfung wie bei einer Nähnadel gebildet, öfter dahingegen durch Abschleifen der oberen Enden nach einer Fläche, welche mit dem Leder parallel läuft, so dass die Spitze in der Weise entsteht, als wäre der Draht unter einem Winkel von 50 bis 55° abgeschnitten.

Die zwei Kratzen-Systeme, Fig. 390, stehen sich gegenüber und zwar so nahe, dass sich die Zahnspitzen beinahe berühren. Die Wirkung derselben auf die Fasern ist sodann abhängig von der Stellung, sowie der relativen Bewegung der Zähne gegeneinander. Wie die Figur zeigt, giebt es zwei gegenseitige Stellungen: bei I., wo die Zahnspitzen verschieden und bei II., wo die Zahnspitzen gleichgerichtet stehen. Bezeichnet man die Systeme und ihre absoluten Geschwindigkeiten mit d und t, sowie mit w und a; ihre Bewegungsrichtungen mit + und —, und den Stillstand mit o, so können folgende Fälle eintreten.

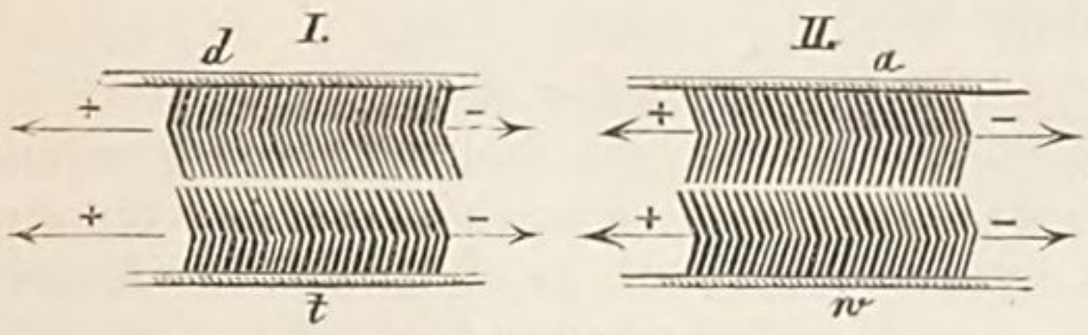


Fig. 390.

A. Bei der Stellung I. als Hauptbewegung (+ t) angenommen und kombinirt:
   1) mit d = o; — Die Zähne von t tragen den auf Arbeit stehenden Zähnen von d das Material zu, so, dass es von beiden Systemen gekratzt und aufgenommen wird;
   2) mit (— d); — Der eben in A. 1. beschriebene Vorgang findet in erhöhtem Grade Statt;
   3) mit (+ d); —
      α. (d < t). Hier tritt derselbe Vorgang A. 1) in geringerem Masse auf;
      β. (d > t). Bei diesen Bewegungs- und Geschwindigkeitsverhältnissen können die Fasern weder von t noch d aufgespiesst werden, wesshalb sie sich zwischen den Zahnspitzenflächen zusammenrollen.

B. Bei der Stellung I. als Hauptbewegung (— t) angenommen und kombinirt.
   4) mit d = o; — Ergiebt das Resultat 3. *β.* —
   5) mit (+ d); — Ergiebt ebenfalls das Resultat 3. *β.* —
   6) mit (— d); —
      α. (d > t). Die Wirkung ist gleich derjenigen von A. 1.
      β. (d < t). Der Erfolg ist gleich demjenigen von 3. *β.*

C. Bei der Stellung II. die Hauptbewegung (+ w) angenommen und kombinirt.
   7) mit a = o; — Hierbei werden sämmtliche Fasern von w aufgespiesst und aus a herausgezogen;
   8) mit (— a); — Hier vollzieht sich der Vorgang 7. nur schneller.
   9) mit (+ a); —
      α. (a > w). In diesem Falle tritt das Umgekehrte von 7. ein, indem die Fasern sämmtlich von den Zähnen a aufgespiesst und fortgenommen werden.
      β. (a < w). Hierfür ergiebt sich das Resultat 7.

D. Bei der Stellung II. die Hauptbewegung (— w) angenommen und kombinirt.

10) mit a = o; — Ergiebt das Resultat 9) α.
11) mit (+ a); — Ergiebt dasselbe Resultat 9) α.
12) mit (— a); —
α. (a > w). Das Resultat ist gleich demjenigen von 7) α.
β. (a < w). Ergiebt das Resultat 9) α.

Es folgt aus dieser Zusammenstellung zunächst, dass, wenn die Häkchen bei entgegengesetzter Stellung eine entgegengesetzte relative Bewegung in der Richtung der Spitzen haben, bei der entgegengesetzten Stellung der Häkchen Fig. 390 I. ein Kratzen eintritt, und ferner dass bei der gleichgerichteten Stellung Fig. 390 II. ein Uebertragen der Fasern aus einem System in das andere stattfindet. Während demnach die Stellung I. wesentlich zum Zwecke des Kratzens gewählt wird, hat die Stellung II. dann hauptsächlich Platz zu greifen, wenn es sich darum handelt, die Fasern von einem System auf ein anderes zu übertragen.

Um nun die auf Kratzen gestellten Zähne kontinuirlich zur Wirkung zu bringen, können zwei Wege gewählt werden, je nachdem die Bewegung nur dem einen oder den beiden Systemen ertheilt wird. In beiden Fällen ist wenigstens ein System auf der Oberfläche einer sich drehenden Trommel (Kratzentrommel, grosse Trommel, Tambour, *Main cylinder*) angebracht, deren Mantel[1]) über einem eisernen Gerippe, aus Holzleisten von 80 bis 100 mm. Breite gebildet ist, welche etwas keilförmig zugearbeitet, durch eiserne Bänder zusammengetrieben und durch Leim vereinigt werden; oder der Mantel wird aus einer Mischung von Leim, Kreide und Leinölfirniss hergestellt, die auf einen Blechmantel aufgetragen wird. Die Befestigung der Kratzenbänder oder Streifen (Beschlag, Garnitur, *Card clothing*), welche je nach ihrer Länge parallel mit der Achse oder spiralförmig auf dem genau abgedrehten Mantel zu liegen kommen, geschieht sodann durch Aufnageln.

1) Deckelkratzen. — Liegt das eine der beiden Kratzensysteme fest, so wird es als ein Dach angeordnet, welches die grosse Trommel an der oberen Seite um $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Umkreises konzentrisch umgiebt, und aus einzelnen 10 bis 20 Stäben zusammengebaut wird, welche an der unteren der Trommel zugekehrten Seite mit Beschlag versehen sind und Deckel (Kratzdeckel, Chapeaux, *Flats*, *Tops*, *Top cards*) genannt werden. Eine mit Deckeln versehene Kratzmaschine ist in Fig. 391 dargestellt. Man erkennt zunächst in T die Haupttrommel, bestehend aus einem eisernen Gerippe mit Holzüberzug und aus einer Garnitur, deren Zähne bei der durch den Pfeil angedeuteten Drehrichtung auf Arbeit stehen. Das Gegensystem ist aus 13 Deckeln d d gebildet, die den oberen Theil der Haupttrommel um 120° konzentrisch umgeben und deren Zähne ebenfalls auf Arbeit stehen. — Das Fasermaterial ist im vorliegenden Beispiel als ein Wickel a vorgelegt, der sich durch Drehung der Walze b regelmässig abwickelt und über den Tisch c den Einziehwalzen e zuschiebt. Von diesen Walzen wird es nicht direkt der Trommel T überliefert, sondern vielmehr erst an eine Walze f abgegeben, welche mit einem Kratzenbeschlag versehen ist, dessen Zähne gegen die sehr viel schneller umlaufende Trommel T so gestellt sind, dass diese aus der Walze f das Material ausstreift. Die demnach vor der Hauptwalze liegende Walze f (Vorwalze, Vor-

---

1) Polyt. Centr., 1858. S. 11; 1860. S. 550 u. 1028; 1863. S. 647. — Dingler's Journ., Bd. 147. S. 335; Bd. 187. S. 261.

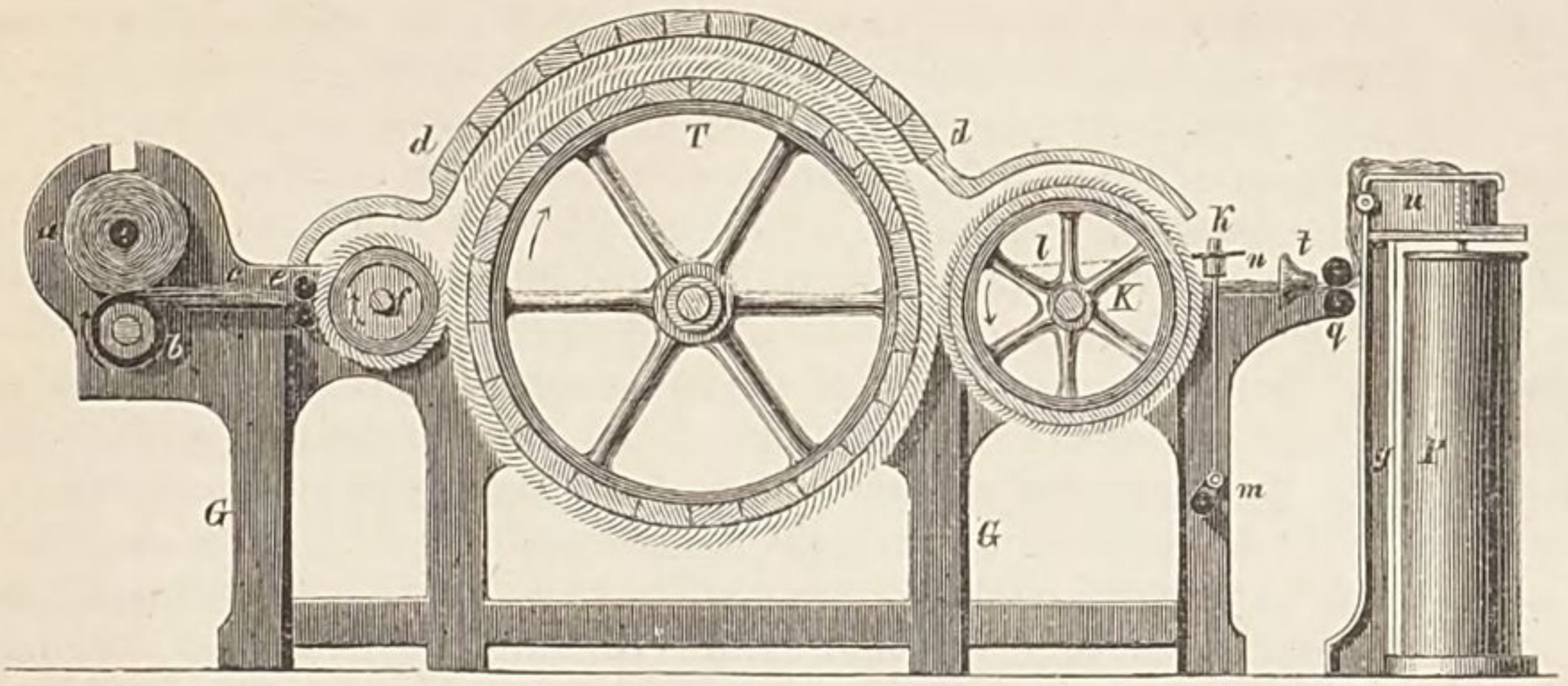


Fig. 391.

reisser[1]) Briseur, *Ticker-in, Taker-in*) bietet nicht nur ein vorzügliches Mittel zur Erreichung einer sehr regelmässigen Vertheilung und Abgabe an die Hauptwalze (daher auch der Name Vertheilungswalze, Distributeur, *Carrier*), sondern trägt auch besonders zur Schonung der Haupttrommelgarnitur bei, indem die etwa noch in den Fasern hängenden gröberen Unreinigkeiten auf dem Wege von e nach T herausfallen. — Die von dem Beschlag der Haupttrommel gefassten Faserbüschel vertheilen sich nun über die Zähne dieses Beschlages und diejenigen der Deckel in der Weise, dass ihre Anhäufungen nach und nach verschwinden und sich in ein ziemlich regelmässiges Fliess verwandeln, welches die grosse Trommel bald vollständig überladen würde, wenn man es nicht regelmässig von derselben abnähme. Dies geschieht mit Hilfe einer weiteren Walze K (Abnehmer, Fillet, kleine Trommel, Fillettrommel, Kammwalze, Peigneur, Streichtrommel[2]), Peigneur, Déchargeur, *Doffer*, *Doffing cylinder, Fillet*), welche mit ebenfalls auf Arbeiten gestelltem Beschlag versehen, sich langsam in der Richtung des Pfeiles bewegt, also zögernd zurückweicht und daher einen grossen Theil der auf T sitzenden Fasern aufnimmt und durch Stauchung wieder in ein dichteres Fliess verwandelt, das allendlich aus dem Beschlag ausgekämmt und bei der vorliegenden Maschine zu einem Bande zusammengezogen in eine Kanne P geführt wird. Das Auskämmen erfolgt durch einen stählernen Kamm k (Peigne, *Comb*), der mit einer Reihe spitzer Zähne nach dem Vorbild Fig. 381 l auf der ganzen Länge des Abnehmers zwischen die Zähne desselben tritt und die Fasern zurückhält. Weil aber das ausgestrichene Fasermaterial vor einem feststehenden Kamme sich aufrollen und anhäufen würde, so muss der Kamm sich fortwährend mit grosser Geschwindigkeit aus dem Fliess zurückziehen, ohne dasselbe mitzunehmen oder zu zerreissen und zu dem Zwecke sich sehr schnell auf und nieder bewegen (Hacken; Hacker, Aushacker[3]). — Die Geschwindigkeit des Hackers richtet sich nach der Länge der bearbeiteten Fasern, insofern als kürzere Fasern im Fliess wenig Zusammenhang haben und leichter unter dem Kamm durchschlüpfen und demnach mehr Schläge zum Ablösen bedürfen als längere. Je nach der Faserlänge rechnet man auf 12 bis 20 mm. Fliesslänge, also Bewegung des Fillet, einen Hackerschlag, wodurch durchschnittlich 300 bis

---

1) Polyt. Centr., 1865. S. 1260. 2) Polyt. Centr., 1863. S. 1562; 1864. S. 303. 3) Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 172 u. 254; 1871. S. 6. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1868. S. 140. — Polyt. Centr., 1868. S. 517. — Dingler's Journ., Bd. 189. S. 291.

500 Schläge auf die Minute kommen. Daraus ergiebt sich, dass selbst bei den kürzesten Fasern jede mindestens einen Schlag erhält. Die oszillirende Bewegung empfängt der Hacker k von zwei seitwärts am Gestell sitzenden kleinen Kurbeln m, mit welchen derselbe an jedem Ende durch eine Zugstange mk verbunden ist. Eine an jedem Ende des Kammes angebrachte Feder kl aus Stahl oder Holz führt denselben so, dass er eine greifende Bogenbewegung macht. — Nachdem das Fliess nunmehr auch von der Abnehmertrommel K durch den Hacker abgelöst ist, wird es bei n von der Seite her zusammengedrängt, durch einen Trichter t den Presswalzen q als Band zugeführt und endlich mit Hilfe eines besonderen, in der Büchse u sitzenden Apparates, in die Kanne P geleitet und in dieser fest zusammengepresst, damit eine möglichst grosse Länge Band hineingeht. Um das letztere zu erreichen, ist die Bildung regelmässiger Schichten erforderlich, wie sie unter Anderem entstehen, wenn das Band sich zyklöidenförmig neben und aufeinanderlegt. Behufs dieser zykloidenförmigen Ablagerung wird, wie aus Fig. 392 näher zu ersehen ist, das Band von den Presswalzen b aufwärts und durch eine Oeffnung c in dem Klappdeckel pi der oben genannten Büchse u, einem Walzenpaar d zugeführt und von diesem durch ein schräg liegendes, sich um eine vertikale Achse drehendes Rohr e, der sich ebenfalls drehenden Kanne P zugeschoben. Indem dabei das an der verzahnten Scheibe n sitzende und durch das Zahnrad m gedrehte Einlaufrohr e das Band mit grösserer Geschwindigkeit im Kreise herumführt und in der auf einem sich langsam drehenden Teller stehenden Kanne (Drehtopf[1]), Pot tournant, *Turning can*) ablegt, tritt die erwünschte zykloidenförmige Lagerung ein. — Betreffs dieses Einlassapparates ist noch zu bemerken, dass der Deckel ip um ein Scharnier i drehbar und vermittelst des Knopfes p aufzuklappen ist, und dass die vertikale Welle g nicht nur das Rohr e, sondern auch durch die Kegelräder bei i die Einziehwalzen d und durch ganz unten sitzende Stirnräder den Kannenteller in Rotation versetzt.

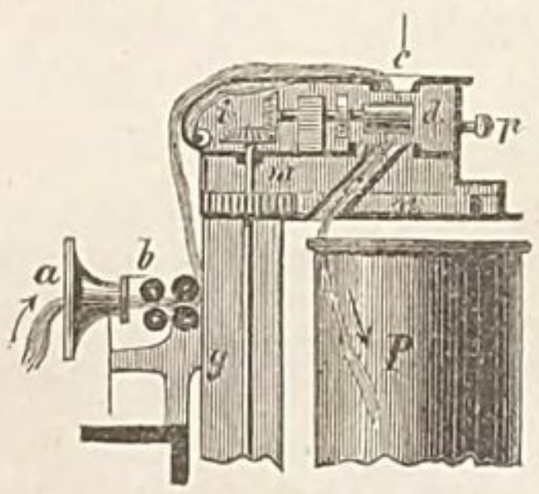


Fig. 392.

Zur Aufnahme der sämmtlichen die Deckelkratzmaschine bildenden Theile, welche sehr sorgfältig und sicher gelagert sein müssen, dient das aus der Zeichnung verständliche, gusseiserne Gestell G, das ausserdem an den Seiten durch wegnehmbare Bretter oder Blechthüren abgeschlossen ist, und so einen Raum zur Ansammlung der Unreinigkeiten und der abgehenden kurzen Fasern bildet.

2) Walzenkratzen.[2]) — Wenn ausser den Kratzen auf der Haupttrommel auch die Gegenkratzen sich bewegen sollen, so kann das entweder dadurch geschehen, dass die letzteren ebenfalls auf rotirenden Walzen oder auf einem Bande ohne Ende befestigt werden, welches an der oberen Fläche der Trommel die Kratzen konzentrisch zur grossen Trommel entlang führt.

Nach der ersten Anordnung sind eine Anzahl kleiner mit Beschlag versehener Walzen (Igel, Läufer, Herissons, *Urchins*, *Squirrels*, *Carding rollers*) konzentrisch um die Haupttrommel angebracht und mit Drehung ausgestattet. Da auch in diesem Falle ein grosser Antheil Fasern in dem Igel sitzen bleibt, so sind Einrichtungen getroffen, welche das Fasermaterial

1) Publ. ind., V. 13. S. 49. 2) Publ. ind., V. 3. S. 65; V. 11. S. 211. — Polyt. Centr., 1858. S. 1054; 1859. S. 1649; 1863. S. 1564. — Dingler's Journ., Bd. 114. S. 186; Bd. 149. S. 96.

unaufhörlich aus dem Igelbeschlag entfernen und der Trommel zuführen, welche ihrerseits dasselbe nun wieder den Igeln darbietet, um durch Wiederholung des Kratzprozesses auch das zu ersetzen, was an Arbeitsfläche, den festen Deckeln gegenüber, verloren geht. Diese Einrichtungen bestehen ebenfalls aus Walzen, welche einen Kratzenbeschlag und eine solche Relativbewegung haben, dass sie aus den eigentlich kratzenden Walzen (Arbeiter, Arbeitswalzen, Travailleurs, *Workers, Strippers*) das Material auskämmen und an die Haupttrommel zurückwenden (Wender, Wendewalzen, Nettoyeur, Débourreurs, Dépouilleurs, *Clearers*), wonach die Walzenkrempel zum Zweck des Kratzens drei Gattungen von Walzen: Haupttrommel, Arbeiter und Wender, sowie ausserdem noch die Einführ- und Abführapparate besitzt.

Als Typus einer Walzen- oder Rollerkratze kann die durch Fig. 393 vor Augen geführte gelten. Das durch die Walze z sich abwickelnde Fliess

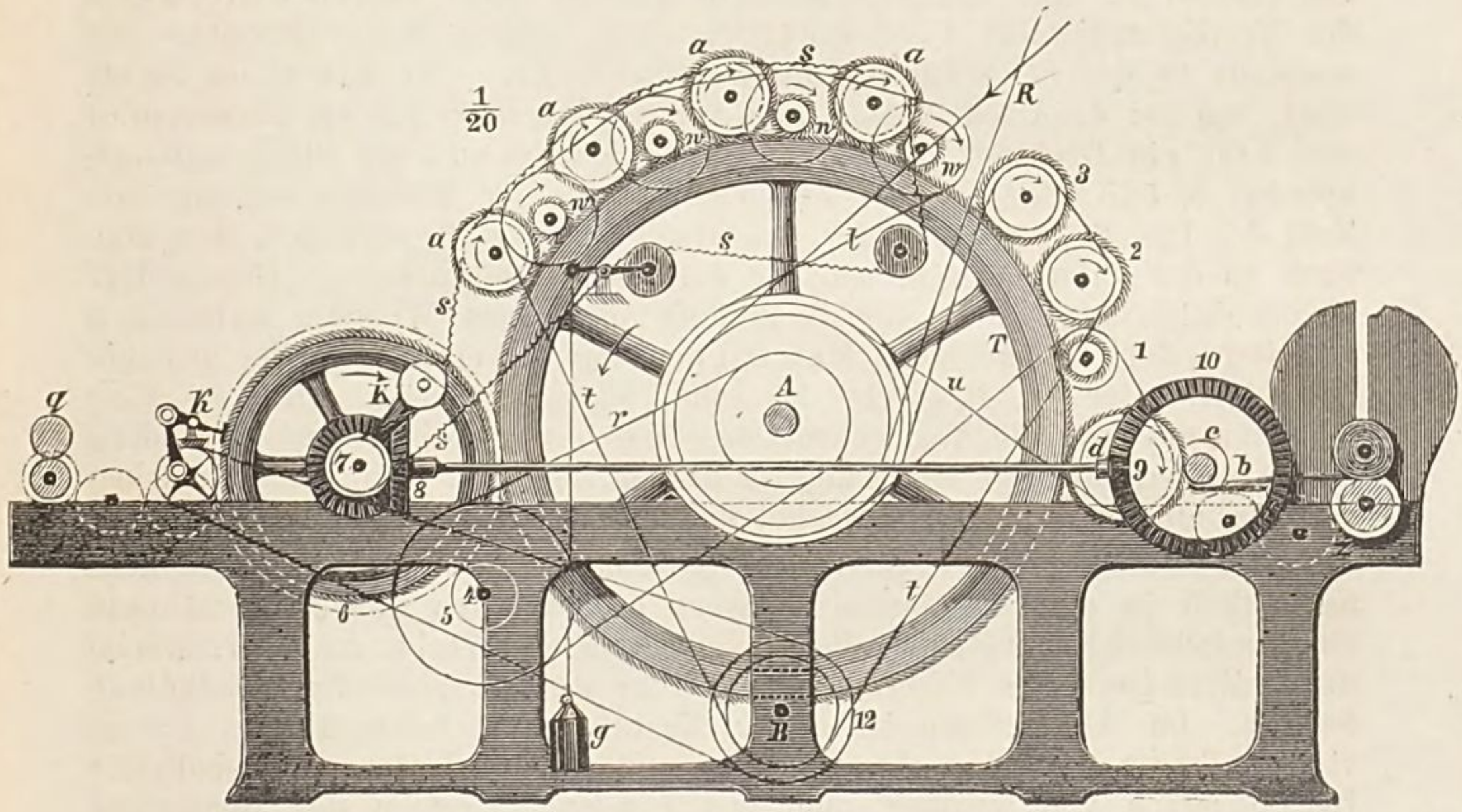


Fig. 393.

gelangt zunächst über den Muldentisch b und durch die Speisewalze c an die Vorwalze d und, wie bei der oben beschriebenen Deckelkarde, in den Beschlag der Haupttrommel T, um sodann, der regelmässigen Ausbreitung und Vertheilung wegen, vorerst noch die drei Vorwalzen 1, 2, 3 zu passiren. Die von der Trommel T aufgenommenen Fasern gerathen darauf an den kratzenden Beschlag der ersten Arbeitswalze a, die sich langsam dreht und einen Theil der Fasern behält, während der Rest an die zweite, dritte und vierte Arbeitswalze a gebracht wird. Vor jeder Arbeitswalze liegt nun aber eine Wendewalze w, deren Beschlag so gestellt ist, dass er die Fasern von dem Arbeiter abhebt und an die Haupttrommel zurückgiebt, wozu eine Oberflächen-Geschwindigkeit des Wenders erforderlich ist, die grösser als die des Arbeiters und kleiner als die der Haupttrommel sein muss. Da an dieser Maschine 4 Arbeiter vorhanden sind, so wird das Material erst nach vierfachem Durchkratzen und Wenden der Kammtrommel K übergeben und, durch den Hacker k als Fliess abgelöst, an die Presswalzen q abgeliefert, um dann wieder auf eine Wickelwalze auf-

gewickelt zu werden, wie oben S. 537 bei der Schlagmaschine näher erläutert ist. — Bezüglich der Bewegungsübertragung an die einzelnen Organe ist zu erkennen, dass die Haupttrommelwelle A direkt durch den Riemen R angetrieben wird und dass die anderen Bewegungen von A ausgehen. Zunächst treibt der Riemen r die sich langsam drehenden Theile: die Welle 4 und durch die Zahnräder 5 und 6 den Abnehmer K, von dessen Welle dann vermittelst der durch ein Gewicht g gespannten Kette ohne Ende s sämmtliche Arbeiter in Drehung gebracht werden. Ausserdem vermittelt diese Welle die Drehung der Presswalze q und durch die Kegelräder 7, 8, 9 und 10 die Bewegung der Speisewalze c, sowie von hier aus die der Abwickelwalze a. Ein ebenfalls von der Hauptwelle A bewegter Riemen t überträgt die Bewegung an die mit grösserer Geschwindigkeit laufenden Theile, also zunächst an die Vertheilungswalzen 2, 3, die Wender W und sodann durch die Welle B mit Riemscheibe 12 an den Hacker k. Ein dritter Riemen u endlich setzt die Vorwalze d und die Vertheilungswalze 1 in Rotation. Das Gestell dieser Maschine ist ebenfalls an der Seite durch Thüren verschlossen. — In sehr vielen Fällen wird, wie bei der Deckelkratze auch vor der Walzenkratze ein Bandtrichter und dann ein Drehtopf zum Auffangen des Bandes oder ein Fliesstheilungsapparat S. 548 angebracht. — Zur Verstärkung der Wirkung hat man die Zahl der Igel dadurch mitunter bedeutend (bis auf 30) vermehrt, dass man auch an der unteren Trommelhälfte dergleichen anbrachte. — Eine andere Konstruktion besteht in der Benutzung nur eines Wenders zwischen 2 Arbeitern, der aus beiden das Material auskämmt, wodurch für eine grössere Anzahl Arbeiter, z. B. sechs bis zehn, Platz gewonnen wird. — Eine mitunter angewendete Walzenkratzmaschine besitzt keine Wender, sondern nur Arbeiter, die sich sehr langsam drehen, fast wie feste Deckel wirken und deshalb auch rotirende Deckel heissen [1]). —

Der Vortheil der Igelkratzen gegenüber den Deckelkratzen liegt namentlich in einer bedeutend grössere quantitativen Leistung, während ein wesentlicher Nachtheil derselben in einem grösseren Verlust an Fasermaterial durch Zerreissen von Fasern in Folge der wenig schonenden Behandlung besteht. Im Allgemeinen ist dieser Nachtheil bei feinen Fasern jedoch viel fühlbarer als bei groben, und so erklärt es sich denn, wesshalb die Deckelkratzen viel weniger und fast nur zum Kratzen der Baumwolle in Anwendung stehen. Da aber selbst auch hier zum ersten (Vor-)Kratzen Igelkratzen sehr schätzbar sind, so hat man dadurch die Vortheile beider Systeme vereinigt, dass man unmittelbar über der Einlassstelle das Igel-, und darauf folgend das Deckelsystem anordnet. So entsteht die sehr beliebige Kratzmaschine in welcher die Bearbeitung zunächst mit 2 bis 4 Arbeitern und dann mit 8 bis 14 Deckeln vorgenommen wird. — Auch werden wohl zwei Kratzmaschinen zu einer Doppelkarde [2]) vereinigt.

3) Bandkratzen [3]). — Ein drittes System endlich wird dadurch gebildet, dass man die Deckel der Kratzmaschine als eine zusammenhängende Kette ohne Ende anordnet, welche entweder über oder unter der grossen Trommel sich kontinuirlich dieser entgegen bewegt. Um dabei die richtige Stellung zwischen den Beschlägen hervorzubringen, laufen die Deckel während der Zeit, wo sie ihren Beschlag der grossen Trommel zukehren, mit beiden Enden in konzentrischen Rinnen oder Führungen. Die Schwierig-

---

1) Publ. ind., V. 13. S. 49. — Polyt. Centr., 1862. S. 1421. 2) Publ. ind., V. 13. S. 49. — Dingler's Journ., Bd. 186. S. 447; Bd. 187. S. 196. 3) Polyt. Centr., 1861. S. 770 u. 910.

keit in der Erhaltung dieser richtigen Stellung ist wohl der Hauptgrund, wesshalb dieses System wenig in Aufnahme gekommen ist.

Im Verlaufe der Arbeit setzen sich sowohl in dem Beschlag der grossen Trommel, als der Deckel und der Arbeiter die kurzen und abgerissenen Fasern nebst den Unreinigkeiten fest. Weil dadurch nach und nach die Wirkung der Kratzen beeinträchtigt werden muss, so ist die Entfernung dieses mit Verunreinigungen vermengten Abfalls (Trommelabfall und Deckelabfall) eine wichtige Nebenarbeit des Kratzens. Die dazu verwendete Operation (Putzen, Débourrer, *Cleaning, Stripping*) wird entweder mit der Hand oder vermittelst mechanischer Apparate [Deckelputzapparate[1]), Débourreur mécanique, Débourreuse mécanique, *Self acting stripper*] ausgeführt. Im ersten Falle bedient sich der Putzer eines mit Kratzenbeschlag und einem Stiel versehenen Brettes, das er über den Beschlag der abgenommenen Deckel oder Walzen kämmend hinwegführt. Eine Bürste mit steifen Borsten wird oft zu Hilfe genommen. — Bei den selbstputzenden Karden werden durch mechanische Vorrichtungen die Deckel in einer bestimmten Reihenfolge gehoben, durch ein darunter hindurch streifendes Putzbrett oder eine Bürste gereinigt und sodann wieder gesenkt.— Zum selbstthätigen Putzen der Walzen dienen rotirende Bürsten oder mit Kratzen versehene Walzen, aus denen der Abfall dann ausgekämmt wird. — Auch die Haupttrommel wird mitunter durch eine unter derselben sich drehende Bürstenwalze ausgeputzt. — Da bei den mit beweglichen Deckeln versehenen Krempeln die halbe Anzahl der Deckel stets frei mit dem Beschlag nach oben liegt, so wird das Putzen derselben hier sehr erleichtert, was eben der wesentliche Vortheil dieses Systems ist.

Eine andere sehr wichtige Nebenarbeit bei dem Kratzen ist das Scharfhalten des Beschlags, verbunden mit der Beseitigung der etwa in die Höhe gerichteten Zähne und der Korrektur der Oberfläche durch Schleifen[2]), (Aiguisage, *Grinding, Facing up*) vermittelst der hierzu erfundenen Schleifmaschinen. Das Hauptorgan dieser Maschine ist eine mit grobem Schmirgel bedeckte Walze (selten ein flaches Brett oder in einen Rahmen gespannte Schmirgelleinen) oder Schleiftrommel (Tambour à émeri, *Emery roller, Grinder*), welche in genau abgemessener Entfernung parallel der zu schleifenden Trommel angebracht ist, sich langsam dreht und längs der sich ebenfalls drehenden Trommel oder Walze hin und her schiebt. Bei der Anfertigung der Schleiftrommel ist die Grösse des Smirgelkornes wichtig, weil dieselbe so bemessen sein muss, dass der Smirgel zwischen die Häkchen tritt, um an den letzteren die Bildung eines Grathes oder einer schneidenden Kante zu vermeiden.

Was die Abmessungen und Geschwindigkeiten der Kratzmaschine anbetrifft, so wechseln sie je nach dem Fasermaterial, wie später angegeben werden wird. Im Allgemeinen sei hier nur bemerkt, dass die Haupttrommel gewöhnlich 1 m. bis 1,2 m. (selten 1,5 m.) im Durchmesser hat und 100 bis 160 Umdrehungen pro Minute macht, was einer Peripheriegeschwindigkeit von 5 bis 11 m. pro Sekunde entspricht. Zwischen Speise- und Abführungs-

---

1) Kick und Rusch, Beiträge zur Spinnerei-Mechanik, Wien 1868. S. 9 etc. — Techn. Lexicon, Bd. 1. 337. — Prakt. Masch.-Constr., 1870. S. 213; 1871. S. 50. — Publ. ind., V. 16. S. 441; V. 17. S. 275. — Polyt. Centr., 1857. S. 1122 u. 1566; 1875. S. 136. — Dingler's Journ., Bd. 187. S. 291; Bd. 212. S. 293. 2) Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 50. — Zeitschr. deutsch. Ing., 1874. S. 391. — Polyt. Centr., 1862. S. 54; 1864. S. 163. — Dingler's Journ., Bd. 149. S. 169; Bd. 159. S. 419.

walze bestehen solche Geschwindigkeitsunterschiede, dass oft nur eine 80 fache, gewöhnlich aber eine 140 bis 180 fache Streckung erfolgt. Giebt man beispielsweise den Speisewalzen eine Umfangsgeschwindigkeit von 3 mm. pro Sekunde, so wird ein der Kratzmaschine vorgelegtes Fliess von 3 mm. Länge durch die Haupttrommel auf 5000 bis 11000 mm., also auf das 1666 bis 3666 fache gestreckt, woraus sich die ausserordentliche Wirkungsfähigkeit der Kratzmaschine zeigt.

Fliesstheilung. — Bei den oben beschriebenen Kratzmaschinen erfolgt, wie ausführlich angegeben wurde, die Bildung des Bandes aus dem Fliess durch Zusammenziehen desselben vermittelst eines Trichters. Die Bandbildung kann jedoch auch durch Theilung des Fliesses und zwar sowohl nach der Quer- als nach der Längenrichtung stattfinden. — Vermittelst der Quertheilung können nur Bänder gebildet werden, welche die Breite des Fliesses zur Länge haben, also sehr kurz (1 bis 1,5 m. lang) sind und durch Aneinanderlegen (Anstückeln) zu einem längeren Bande vereinigt werden müssen. Dieses Umstandes wegen ist die früher beim Verspinnen der Streichwolle allgemein übliche Art, kurze Bänder (Locken, Loquettes, Boudins, *Rolls, Cardings*) zu bilden und sie durch Anstückelmaschinen in längere zu verwandeln, kaum noch in Gebrauch, so dass es hier genügt, auf dieselbe hinzuweisen.

Die Zerlegung des Fliesses in schmale Streifen wird offenbar am zweckmässigsten in dem Augenblick stattzufinden haben, wo das Fliess die Kratzmaschine verlässt, also durch Vorrichtungen geschehen müssen, die unmittelbar an oder neben dem Abnehmer anzubringen sind.

1) Wenn man die Kammwalze der Kratzmaschine der Längenrichtung nach nur theilweise, z. B. zur Hälfte mit Beschlag versieht, so wird offenbar auch nur ein Theil des Fliesses von der Haupttrommel abgenommen, dessen Breite mit der des Beschlags der Kammwalze übereinstimmt. Wenn man dann für den Rest des Fliesses eine zweite Kammwalze anbringt, so wird das ganze Fliess in 2 Theile zerlegt, welche getrennt abgekämmt werden. Durch Anbringung von n Beschlagringen auf der Kammwalze, wovon jeder nur $\frac{1}{n}$ der Walzenlänge zur Breite hat, ist man demnach auch im Stande, das Fliess in n Theile zu zerlegen. — Ein einfaches Mittel zur Theilung des Fliesses besteht also in dem getheilten, d. h. ringartigen Beschlag des Abnehmers. — Ist die Zahl n gross, z. B. grösser als 3, so ist die Anlage der erforderlichen n Walzen hintereinander schwierig und unbequem, weil auch n Hacker vorhanden sein müssen. In diesem Falle werden deshalb die Abnehmer in entsprechender Entfernung nebeneinander angebracht und zwar so, dass (die Walzen mit der natürlichen Zahlenreihe bezeichnet) die eine Walzenreihe die mit ungeraden, die andere die mit geraden Zahlen bezeichneten Walzen enthält, was wieder am einfachsten dadurch erhalten wird, dass man zwei Walzen derartig mit Beschlagringen versieht, dass die Beschlagringe der einen Walze mit den freien Stellen der anderen korrespondiren. Bei dieser Anordnung genügen natürlich zum Abkämmen zwei Hacker.

2) Da eine mit Ringbeschlag ausgestattete Kammwalze (Ringwalze) auch dann das Fliess noch theilt, wenn der Abstand der Ringe sehr klein ist, so kann auch eine Ringwalze mit einem Hacker die Abnahme und Theilung des Fliesses bewirken. — Jedoch ist hier die reine Theilung nur möglich, wenn ein trennendes Mittel zwischen den Ringen angebracht wird, das gewöhnlich in einer Stahlschiene besteht, welche zwischen je zwei Bändern in eine schmale Furche der Abnehmerwalze eingreift.

3) Eine Ringwalze, bei welcher die Zwischenräume zwischen den Beschlagringen grösser sind und welche daher ohne Theilschienen eine Zerlegung wie bei der Konstruktion 1 bewirkt, kann auch in den Stand gesetzt werden, die ganze Fliessmasse abzunehmen, wenn man ihr neben der Drehbewegung eine hin- und hergehende Längenverschiebung ertheilt, deren Grösse gleich dem leeren Raum zwischen den Ringen ist.

4) Denselben Erfolg erzielt man auch ohne eine Längenverschiebung der Walze dadurch, dass man die Kratzenringe in einer zur Achse geneigten Lage aufzieht, so dass der Ring eine Fliessbreite abnimmt, welche gleich der Breite des Ringes + der Breite des Zwischenraumes ist.

Wenn man auf einer vollbeschlagenen Kammwalze den Kamm nur streifenweise wirken lässt, so wird ebenfalls eine Theilung des Fliesses herbeigeführt. Darauf gehen folgende zwei Anordnungen hinaus.

5) Zwei oder mehrere übereinander angebrachte Kämme sind abwechselnd nur um die Breite eines Streifens gezahnt und korrespondirend gegeneinander versetzt, wie bei dem Ringwalzenpaar unter 1. Zur grösseren Sicherheit und Erzielung einer reinen Theilung hat man dann wohl die Kammstücke mit vortretenden Theilern versehen.

6) Die Kammwalze wird da, wo der eine Hacker wirkt, mit Stahlbandstreifen bedeckt, welche abwechselnd die Fliessstreifen der Wirkung dieses Kammes entziehen. Sowie dann die vorher zugedeckt gewesenen Fliessstreifen f unter den Stahlbändern hervortreten, werden sie, getrennt von den anderen, vermittelst eines zweiten Hackers abgenommen.

7) Die Anordnung 2 führt leicht darauf, die Theilung des Fliesses mittelst scharfer rotirender Schneidscheiben zu veranlassen, welche den Kreisscheren ähnlich wirken, das Fliess unmittelbar hinter dem Hacker aufnehmen, zertheilen und dann Abführungsorganen übergeben, welche aus Walzen bestehen, die zur Getrennthaltung der Bänder mit dünnen Blechscheiben abgetheilt sind.

8) Sind auf zwei parallelen Wellen eine Anzahl Scheiben so angebracht, dass je eine Scheibe der einen Welle zwischen zwei Scheiben der anderen Welle fasst, so bilden diese Scheiben ebenso viele Scheren,[1]) welche das zugeführte Fliess zertheilen und zugleich durch die zwischen den Scheiben bleibenden Oeffnungen, ähnlich den Walzen Fig. 216, S. 178, abführen. Mit Zugrundelegung dieses Theilungsprinzips ist eine Anzahl von Apparaten erfunden worden[2]), welche namentlich noch die Bestimmung haben, die Theilung mit möglichster Schonung und Reinheit zu bewirken und die schmalen Bänder unmittelbar nach der Entstehung in verschiedenen Richtungen abzuführen. Zum näheren Verständniss mag die in Fig. 394 dargestellte Skizze eines nach dem obigen Prinzip ausgebildeten, bewährten Fliesstheilungsapparates dienen. Derselbe ist dazu bestimmt, ein 1200 mm. breites Wollfliess in 120 Bänder zu verwandeln und besteht zunächst

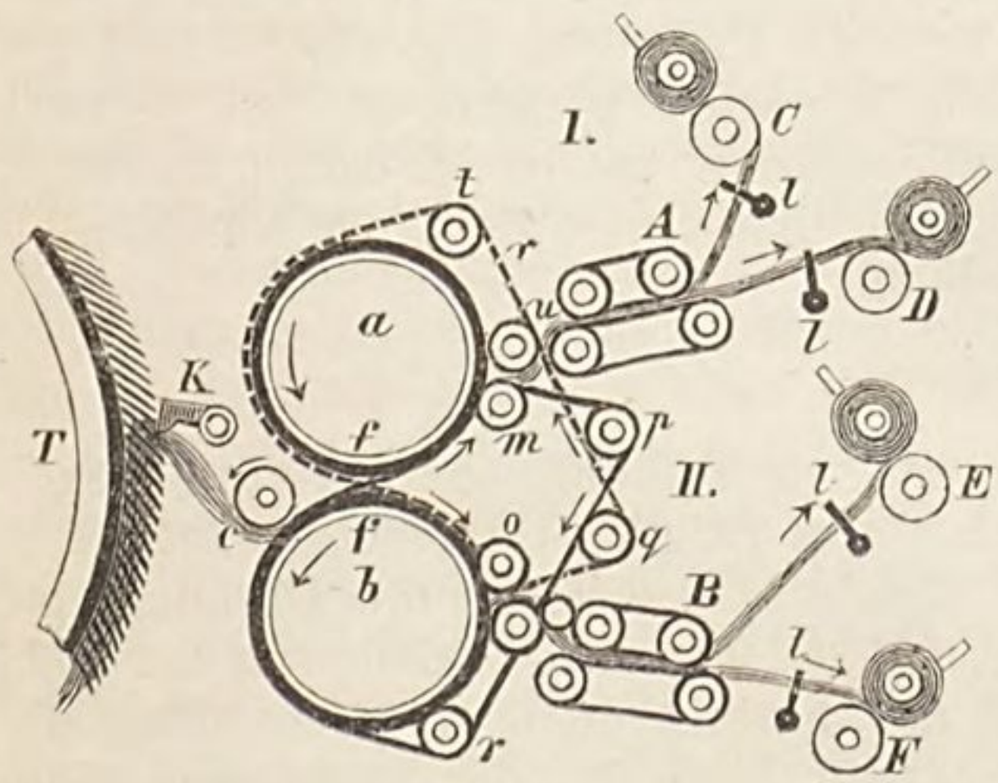


Fig. 394.

---

1) Dingler's Journ., Bd. 201. 393. 2) Zeitschr. deutsch. Ing., 1874. S. 388. — Zeitschr. für Wollengewerbe, 1873. S. 63.

aus den zwei Schneidwalzen a und b, denen das von dem Hacker K der Kammtrommel T entnommene Fliess durch die Walze e zugeführt wird. Die Oberfläche dieser beiden Walzen wird aus 60 je 2,5 mm. hohen und 10 mm. breiten Ringen gebildet, die in korrespondirende Vertiefungen eintreten. In den Zwischenräumen zwischen den Ringen, also den Durchgangsöffnungen für die Fliesstheile, liegen nun in 2 Systemen I und II angeordnet im Ganzen 120 Lederriemchen r, welche sich an der Berührungsstelle f beider Walzen kreuzen und so geführt werden, dass die Riemchen der Unterwalze b noch bis zur Führungswalze m die Oberwalze a, und die Riemchen der Oberwalze a bis zur Führungswalze o die Unterwalze um etwa $^1/_4$ des Umfanges umfassen, um sodann über die Walzen p r, beziehungsweise q t, in der Richtung des Pfeiles zurückzukehren. Das zugeführte Fliess wird daher stetig gefasst und in schonender Weise in so viel Bändchen zertheilt, als Riemchen vorhanden sind, weil diese so abwechseln, dass das 1., 3., 5., 7. etc. nach oben, das 2., 4., 6., 8. etc. nach unten abgehen. Zugleich nehmen die Riemchen die Bänder mit und führen sie durch die Leitwalzen m u, beziehungsweise o s, dem mit A und B bezeichneten Apparate zu. Dieser Apparat (dessen Bestimmung später erörtert wird) besteht aus zwei sich berührenden Lederriemen, welche über Walzen laufen und die Bändchen zum Aufwickeln den kurzen Wickelwalzen oder Spulen C, D, E, F zuleiten. Hierbei theilen sich die Bändchen wieder in 2 Unterabtheilungen, so dass der Wickel bei C die Bändchen 1, 5, 9, 13, bei D diejenigen mit 3, 7, 11 etc., bei E wieder die mit 2, 6, 10 etc. und bei F die mit 4, 8, 12 etc. bezeichneten aufnimmt. Zum Getrennthalten und zum regelmässigen Aufwickeln sind Bändchenführer l angebracht, die sich, durch Exzenter bewegt, vor den sich drehenden Wickelwalzen hin- und herschieben. — Bei näherer Betrachtung des durch diesen Riemchenapparat bedingten Vorganges ist zunächst zu erkennen, dass die Fasern keiner eigentlich schneidenden oder scherenden, sondern einer abziehenden Wirkung ausgesetzt sind, welche eine Folge der ablenkenden Bewegung der Riemchen ist, und durch die Vermeidung aller scharfen Kanten nur in den seltensten Fällen Fasern zerreisst. An den Trennungsstellen werden die Fasern zwar mit den Riemchen gehen, von welchen sie am kräftigsten gefasst werden, weshalb es erforderlich ist, die Riemchen möglichst gleichmässig zu spannen: dann wird aber auch die Trennung in genügend sicherer Weise, also derart stattfinden, dass die Bändchen gleichbreit, und je nach der Beschaffenheit des Fliesses auch gleichförmig werden. Deshalb ist dieser Apparat für die Theilung des Fliesses in eine grosse Zahl von Bändern als einer der zweckmässigsten zu bezeichnen.

B. Kämmen.

Es ist bereits S. 518 erklärt, dass zur Bildung eines guten, regelmässigen Garnes die Fasern namentlich von möglichst gleicher Länge sein müssen. Nicht nur bestimmt ja die absolute Faserlänge die Drehung und Oberflächenbeschaffenheit des Garnes, — weil diese wesentlich von der Zahl und der regelmässigen Vertheilung der heraustretenden Faserenden abhängt, — sondern sie muss auch in erster Linie bei der Anordnung einer Reihe von Spinnmaschinen (z. B. dem Streckwerke) ausgedehnte Berücksichtigung finden, so zwar, dass sie die Konstruktionsgrundlage bildet; wonach sich von selbst wegen der grossen Längenunterschiede der einzelnen Fasern (Baumwolle gegen Flachs, Wolle etc.), ausser den Abweichungen in den verarbeitenden Organen, die Nothwendigkeit ergiebt, in allen denjenigen Fällen, wo das rohe Fasermaterial erhebliche Längendifferenzen darbietet,

eine Absonderung der Fasern nach ihren absoluten Längen vorzunehmen, um dieselben diesen Längen entsprechend verarbeiten zu können. — Bisweilen fällt diese Abtrennung schon mit der Fasergewinnung zusammen, z. B. beim Flachs, Hanf etc., wo sie bei dem eigentlich zum Zwecke des Spaltens vorgenommenen Hecheln (S. 490) durch Absonderung der Hede mit vollzogen wird.

Sehr oft tritt sie jedoch zu den Vorbereitungsarbeiten als eine selbstständige Operation hinzu, welche den Namen Kämmen[1]) (Peigner, Peignage, *Combing*) führt.

Wenn ein Faserhaufen aus parallelliegenden Fasern von ungleicher Länge $l_1 < l_2 < l_3 < l_4$ u. s. w. zwischen die sich drehenden Speisewalzen eines Reisswolfs, einer Kratzmaschine etc. gelangen, so werden die kürzeren Fasern diese Walzen früher verlassen als die längeren und von den vorbeistreifenden Zähnen mitgenommen, während die längeren bei einem plötzlichen Aufhören der Bewegung zwischen den Walzen sitzen bleiben und um eine bestimmte Länge aus denselben heraushängen. Ist diese Länge z. B. l_4, so können nach Einwirkung der Zähne in der heraushängenden Faserpartie (a) freie Fasern von geringerer Länge als l_4 nicht mehr vorhanden sein. Wird darauf der Faserhaufen bei (a) festgehalten und mit dem andern Ende (b) derselben Operation unterworfen, so wird auch diese Partie (b) und somit das ganze Faserbündel, mit Ausnahme der Mittelpartie (c), von den kurzen Fasern befreit sein.

Wenn andererseits ein gleiches Faserbündel an beiden Enden (a) und (b) gleichzeitig gefasst und auseinander gezogen wird, z. B. durch zwei Zangen oder zwei sich entgegengesetzt drehende Walzen, so muss eine Trennung der Fasermasse in der Art eintreten, dass in jeder Zange etc. neben den längsten Fasern auch zwar noch kürzere sitzen, ein grosser Theil der letzteren aber nicht von den Zangen gefasst ist, sondern nur durch Verschlingung, Anhaften etc. zwischen den von der Zange festgehaltenen hängt. Dadurch sind diese kurzen Fasern unter die oben erwähnte Bedingung gestellt, d. h. frei geworden, und daher auch auf gleiche Weise durch Auszupfen vermittelst Kratzen etc. abzuscheiden.

Bei näherer Betrachtung beider verschiedenen Vorgänge ergiebt sich zunächst, dass mittelst des ersten Vorganges die in den Enden und mittelst des zweiten die in der Mittel-Partie sitzenden kurzen Fasern abgesondert werden können, und dann folgt daraus, dass man durch Vereinigung beider Vorgänge im Stande ist, sämmtliche kurzen Fasern zu entfernen, wenn man die dazu gehörenden Operationen wiederholt und abwechselnd vornimmt. Mithin sind hierdurch nicht nur die Wege vorgezeichnet, auf welchen man den erwähnten Zweck erreichen kann, sondern auch zugleich die Organe angedeutet, welche bei Ausführung der erforderlichen Operationen nothwendig sind.—Da nun in der That die angegebenen Vorgänge die Grundlage des Kämmprozesses bilden, so geht aus dem Obigen hervor, dass die zur Ausübung desselben anzuwendenden Organe bestehen müssen: aus solchen, welche die Fasern auseinanderziehen, um die kurzen derselben freizumachen, und aus solchen, welche diese freigewordenen Fasern absondern. In Uebereinstimmung mit anderen Arbeitsprozessen kann auch hier die Arbeitsbewegung entweder diesen Organen allein, oder dem Material oder beiden zugleich ertheilt werden und zwar mit der Hand oder mit machi-

---

1) Karmarsch-Hartig, II. S. 1295. — Techn. Encyklop., Bd. 23. S. 540. — Lohren, Kämmmaschinen, Stuttgart 1875. — Berliner Verh., 1861. S. 43 u. 78. — Publ. ind., V. 14. S. 427; V. 15. S. 57, 132 und 237.

nalen Vorrichtungen, wonach die Handkämmerei von der Maschinenkämmerei unterschieden wird.

Wegen der unverkennbaren Aehnlichkeit seiner Aufgabe mit der des Hechelns und des Kratzens (soweit als hierbei die kurzen Fasern, Hede etc. abgeschieden werden sollen), S. 490, wird das absondernde Organ oder Werkzeug (Kamm, Peigne, *Comb*) ebenfalls und aus gleichen Gründen aus Nadeln oder Zähnen gebildet, die in mehr oder weniger grosser Anzahl neben einander stehend in das Fasermaterial eingebracht werden und durch eine Relativbewegung gegen das letztere zur Arbeit gelangen (Kämmen, Auskämmen).

Für die Handkämmerei besteht ein solcher Kamm, Fig. 394 aus mehreren Reihen runder Nadeln, welche in einem hölzernen mit einer dicken Hornplatte belegten Querstück c (Lade) so befestigt sind, dass sie sich gegen den Stiel b, mit dem das Werkzeug regiert wird, um etwa 50° neigen. Der erforderlichen Elastizität wegen sind die Nadeln sehr lang (195 bis 335 mm.) und wegen dieser Länge zum Schutz gegen das Abbrechen am Fusse sehr stark (3 bis 5 mm. im Durchmesser). Da die Spitzen nahe zusammen stehen müssen, bei rechtwinkliger Aufstellung der Nadeln aber weit aus einander zu liegen kämen, so erhalten diese auch eine nach der Mitte sich hinneigende Lage, so dass die Länge der Nadelreihe, mit 24 bis 30 Nadeln, am Fussende etwa 150 bis 175 mm., an der Spitze aber nur 80 bis 130 mm. beträgt und sämmtliche Nadeln in der Verlängerung in einem Punkte konvergiren. Die Zahl der Reihen beträgt mindestens 2 (deutsche), oft 3 bis 4 und mehr (englische Kämme) und die der Zähne in der Reihe 24 bis 30, je nach der Feinheit. Die einzelnen Reihen sind so angeordnet, dass die Zähne der einen hinter den Lücken der anderen stehen, wobei die Länge der dem Stiel zugekehrten Zähne sich verringert. — Folgende kleine Tabelle [1]) giebt über diese Verhältnisse das Nähere an.

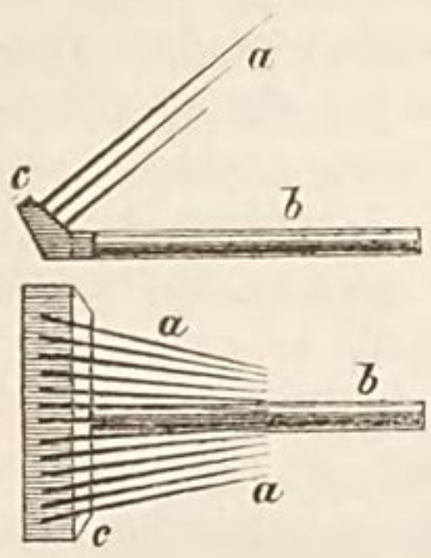


Fig. 394.

	Zweireihige Kämme.		Dreireihige Kämme.			Vierreihige Kämme.			
	1.	2.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.
Zahl der Zähne	30	29	26	25	24	28	27	26	25
Länge in mm.	240	198	335	280	255	310	268	235	213
Dicke am Fusse	.	5	5	4,5	4	4	4	3,75	3,5
Breite der Zahnreihe:									
am Fusse	136	.	176	.	.	170	.	.	.
an den Spitzen	70	.	128	.	.	134	.	.	.

In Bezug auf den Gebrauch dieses (Arbeits-)Kammes ist zu bemerken, dass neben demselben (der jedoch nur zum Kämmen langfaserigen Materials, namentlich der Wolle, brauchbar ist) zur Manipulation selbst noch ein zweiter dient, der entweder diesem vollständig gleicht (deutsche Methode) oder (bei der einfachen englischen Methode) wie eine dreireihige Hechel Fig. 395 beschaffen und ein für allemal in passender Arbeitshöhe

1) Techn. Encyklop., Bd. 24. S. 541.

Fig. 395.

auf einem Gestell oder einer Konsole an einem Lattengerüst befestigt ist.—Bei der deutschen Methode nimmt der Arbeiter den einen Kamm in die linke und den anderen in die rechte Hand und kämmt mit dem letzteren das in den ersteren eingeschobene (Einschlagen, *Lashing*) und aus demselben heraushängende Haar, bis der grösste Theil der Wolle in diesen übergegangen ist, tauscht sodann beide Kämme um und wiederholt diese Operation so lange, bis der Erfolg erzielt ist. Dies erkennt man daran, dass die Wolle glatt gestrichen und fast genau zur Hälfte auf beide Kämme vertheilt, als regelmässiger Bart (Wollbart) aus denselben heraushängt. Indem sodann der Arbeiter einen Kamm nach dem anderen durch eine einfache hakenartige Vorrichtung (Kammschraube) an einem Ständer in dem Kämmsaal befestigt und vermittelst der Hände den Bart behutsam aus dem Kamm herauszieht und zu einem möglichst regelmässigen lockeren Bande (Zug, Kammzug, Trait, *Top, Sliver*) vereinigt (Ausziehen), bewirkt er zugleich die Trennung dieses aus den langen Haaren (Coeur de laine) gebildeten Zuges von den kurzen in dem Kamm sitzen bleibenden Haaren (Kämmlinge, Peignons, Entredent, Blouse, Blorelle, *Noils*). — Bei der englischen Methode dahingegen schlägt man die Wolle in den festen Kamm so ein, dass sie mit der halben Länge etwa heraushängt. An diesem freien Ende (a) wird sie sodann mit dem Arbeitskamm so lange gekämmt, bis letzterer die Kämmlinge aufgenommen hat. Darauf zieht man den Wollbart, wie oben erklärt, aus dem festen Kamm aus, kämmt hierdurch zugleich die zweite Hälfte (b) der Wollpartie und befreit sie von den kürzeren Haaren, die nunmehr in dem festen Kamm sitzen bleiben.

Bei der Handkämmerei zerfällt demnach der Prozess in vier Operationen:

1) das Einschlagen,
2) das Auskämmen (oder eigentliche Kämmen),
3) das Ausziehen,
4) das Ausnehmen der Kämmlinge,

welche durch die Hand und mit Hilfe zweier Kämme bewerkstelligt werden, wovon stets einer zum Halten des Materials dient, und durch eine Zange ersetzt werden könnte, wenn derselbe, der Zange gegenüber, nicht den hochwichtigen Vortheil hätte, dass er die Fasern nicht absolut festhält, sondern ein Auszupfen der lang vortretenden, also von dem Arbeitskamm gefassten Fasern ohne Abreissen derselben gestattet.

In den beschriebenen beiden Methoden der Handkämmerei sind jedoch die oben erwähnten Wege vergegenwärtigt, durch welche eine Abtrennung der kurzen Fasern erlangt werden kann, und zugleich auch deshalb die Organe und Funktionen angegeben, welche durch die Kämmaschinen[1])

---

1) Lohren, die Kämm-Maschinen für Wolle, Baumwolle, Flachs und Seide, Stuttgart 1875. — Techn. Encyklop., Bd. 23. S. 549. — Armengaud, Frères. Génie industriel, V. VI. — Alcan, Traité du travail de la laine peignée, Paris 1873. S. 189. — Publ. ind., V. 3. S. 305; V. 6. S. 238, 240 u. 243. — Polyt. Centr., 1852. S. 405, 593, 1491; 1854. S. 1358; 1856. S. 85 u. 87; 1858. S. 1169, 1188, 1249, 1335; 1860. S. 920 u. 939; 1861. S. 1049; 1864. S. 39, 593 u. 1329; 1865. S. 851; 1867. S. 177; 1870. S. 94; 1874. S. 813. — Dingler's Journ., Bd. 121. S. 22; Bd. 125. S. 249, 404 u. 407; Bd. 128. S. 412; Bd. 135. S. 91; Bd. 139. S. 252; Bd. 142. S. 411; Bd. 149. S. 132, 335 u. 423; Bd. 150. S. 96; Bd. 161. S. 408; Bd. 174. S. 184 u. 346; Bd. 183. S. 195; Bd. 216. S. 410 u. 481; Bd. 217. S. 445.

(Peigneuse, *Combing machine*) zur Thätigkeit und zur Ausführung gebracht werden, und zwar so, dass die Bildung von Kammzügen entweder ununterbrochen oder doch in sehr schneller Aufeinanderfolge möglich wird. — Ausser dem Mangel der Handkämmerei, welcher darin liegt, dass es mit ihr nur möglich ist, gute Arbeit sehr langsam zu liefern, ist noch der Umstand als Nachtheil derselben hervorzuheben, dass es dem Handkämmer nur gelingt, lange Fasern gut auszukämmen und diese bei der englischen Methode selbst nur durch zweimaliges Bearbeiten, weil die mittleren Partien (c) der Faserbündel sich der Einwirkung der Kämme mehr oder weniger entziehen. Bei der Konstruktion der Kämmaschinen ist auf diesen Punkt mithin noch ein besonderes Gewicht zu legen, und entweder durch Anbringung eines Organs, welches lediglich die Mitte bearbeitet, oder durch grosse Annäherung der Kammwerkzeuge aneinander für das Auskämmen dieser Theile zu sorgen. Das in Rede stehende Organ ist seiner Bestimmung gemäss ebenfalls ein Kamm, der vor dem Auszugsmechanismus in die Mitte des Materials einstösst (Einsteckkamm, Nacteur, Peigne Nacteur).

Da an einer Kämmaschine sämmtliche Arbeiten durch Mechanismen verrichtet werden sollen, so sind demnach folgende Apparate an derselben zu unterscheiden:

1) der Arbeits- oder Kämmapparat,
2) der Einschlag- oder Speiseapparat,
3) der Ausziehapparat.

1) Der Kämmapparat, welcher die eigentliche Arbeit des Kämmens ausführt, muss zunächst mit Kammzähnen ausgestattet sein, welche je nach der Feinheit und Länge der zu kämmenden Fasern von verschiedener Feinheit sowie in verschieden grosser Zahl auf einer Flächeneinheit zusammengestellt sind, und dieselben so zum Angriff bringen, dass die Faserbündel nicht nur an beiden Enden (a) und (b), sondern auch in der Mitte (c) gekämmt werden. Um dabei zugleich eine möglichst schnelle Wirkung zu erzielen, stehen die Zähne, mit Ausnahme einiger seltenen Fälle, in welchen die Handarbeit des Kämmens durch Auf- und Niederschwingen von Handkämmen nachgeahmt wird, auf rotirenden Körpern oder auf einem fortrückenden Bande ohne Ende. — Als rotirende Körper können dienen erstens: Ringe, welche (gewöhnlich 900 bis 1000 mm. im Durchmesser und horizontal liegend) um eine vertikale Achse gedreht werden und in der nächsten Nähe der Peripherie mehrere Reihen Kammzähne a, Fig. 396, besitzen, die mit den Spitzen nach oben eingesetzt sind (Kammring, Ringkamm). — Veraltete Konstruktionen des Ringkamms zeigen auch die Zähne schräg gestellt oder im Innern des Kranzes mit den Spitzen zum Mittelpunkt gerichtet. — Zweitens: rotirende Körper, Zylinder, die sich um ihre horizontal gelegte Achse drehen und die Zähne auf der Mantelfläche tragen (Walzenkämme, Kämmwalze). — Dieser Walzenkamm hat in manchen Fällen grosse Aehnlichkeit mit den Igelwalzen der Kratzmaschinen, wenn die ganze Oberfläche mit Beschlag versehen ist; in der Regel jedoch darf, aus später zu erklärenden Gründen, die Oberfläche nur segmentweise Zähne tragen und muss zwischen diesen Segmenten mit einem gewissen Organ versehen sein, wodurch dann die volle Zylindergestalt verschwindet. — Drittens: ein Band oder Kette ohne Ende (Kettenkamm), auf dem die Kammzähne reihenweise so einzusetzen sind, dass sie sich wie bei dem Ringkamm mit den Spitzen nach oben in einer Horizontalebene bewegen.

Da dieser eigentliche Kämmapparat mit dem Hauptkamm bei der mechanischen Operation des Kämmens streng genommen blos den passiven

Kamm der Handkämmerei vertritt und daher als solcher nur im Stande ist, das eine Ende der eingeschlagenen Fasern zu kämmen, so bedarf derselbe stets noch einer Ergänzung, welche das Auskämmen des zweiten Endes und der Mittelpartie vornimmt. Diese Ergänzungen können nach drei verschiedenen Grundgedanken angebracht werden: erstens durch besondere mit dem Hauptkamm gleichzeitig zusammen arbeitende Kämme; zweitens durch Organe, welche mit dem Speiseapparat verbunden sind und drittens durch die Organe des Ausziehapparates.

Zur Ausführung des ersten Grundgedankens lag es nahe, zwei Hauptkämme so neben einander anzuordnen, dass der eine das Ende (a), der andere das Ende (b) und beide gemeinschaftlich die Mitte (c) des Faserbündels auskämmen. — Von einer grossen Zahl hierauf beruhenden Konstruktionen haben nur diejenigen dauernde Verwendung gefunden, bei welchen zwei sich berührende Ringkämme, A und B, Fig. 396 in einer Ebene liegen, entweder so, dass sie sich inwendig oder auswendig berühren. Wird dann ein Faserbündel an der Berührungsstelle u gleichzeitig in die Zähne beider Kämme eingeschlagen und den letzteren eine drehende Bewegung ertheilt, so ziehen sie durch allmähliche Entfernung der Zähne von einander die Fasern derartig auseinander, dass die ausgezogenen der Mittelpartie angehörenden Faserenden gekämmt sind, während die noch mit Kämmlingen versehenden Enden in den Kämmen sitzen bleiben und beim Ausziehen gekämmt werden. — Zur guten Wirkung zweier zusammenarbeitender Ringkämme ist nicht nur eine innige, sondern auch eine Berührung längs einer grösseren Strecke nothwendig und vortheilhaft, wesshalb es zweckmässig ist, die Ringkämme nicht an- sondern ineinander zu legen, wie Fig. 396 zeigt.

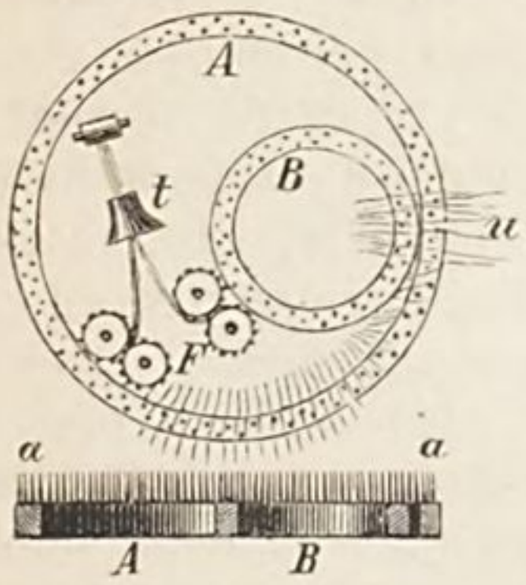


Fig. 396.

Bei einer anderen Ausführung hat man statt des einen rotirenden Kammes einen mit 2 oder 3 Zahnreihen besetzten Kamm B, Fig. 397 in Anwendung gebracht, der nach dem Kreise des Kammringes gekrümmt, entweder innerhalb oder ausserhalb desselben in die aus dem Ringkamm heraushängenden Fasern einsticht und dieselben durch eine radial gerichtete Bewegung auskämmt. Da es hierbei durchaus nothwendig ist, die Fasern in der nächsten Nähe des

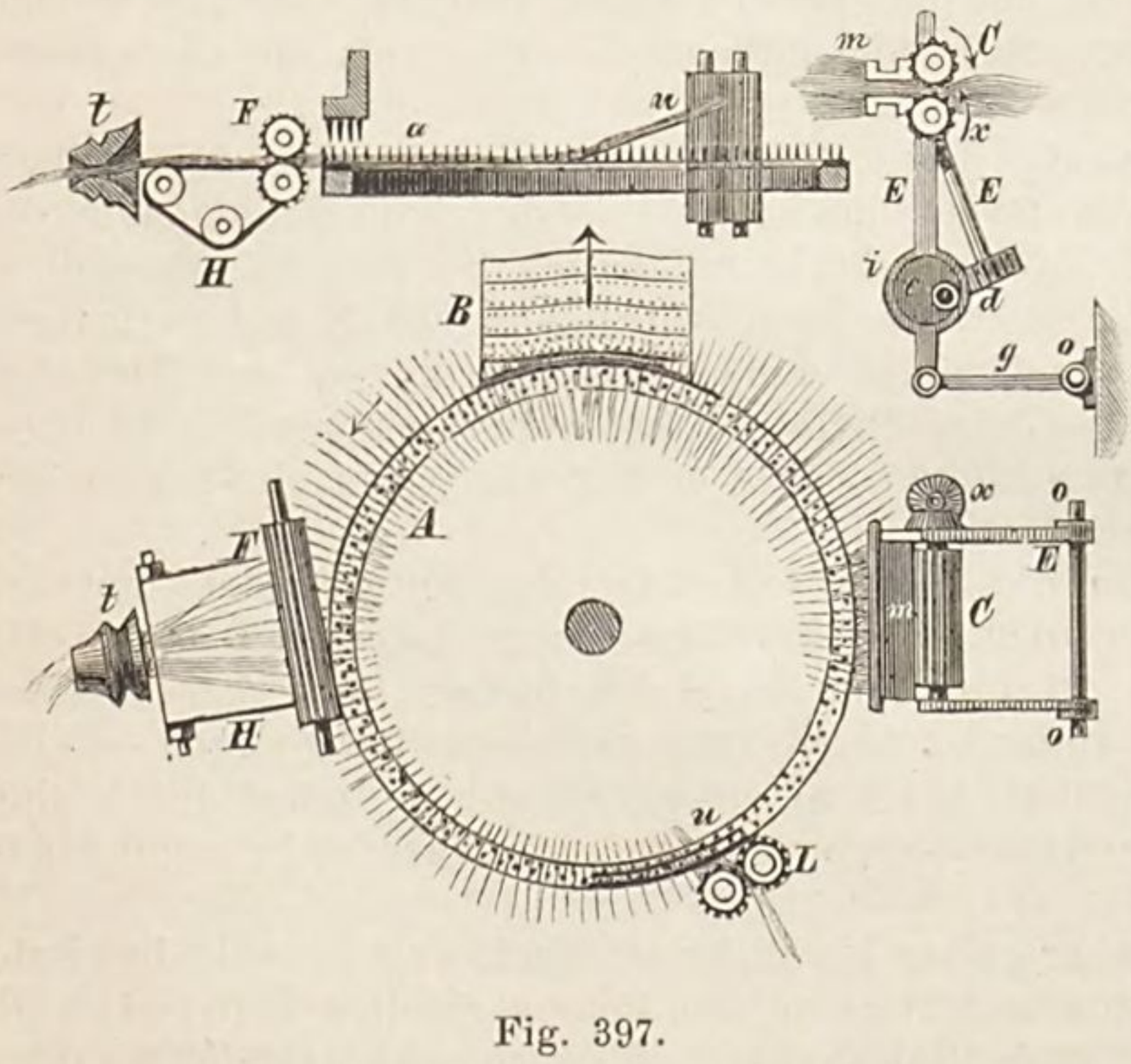


Fig. 397.

Ringes zu fassen, so haben die, der schnelleren Arbeit wegen in grösserer Anzahl vorhandenen Kämme stets eine gradlinig vertikal aufwärts gehende Bewegung, zu deren Hervorbringung verschiedene Anordnungen erdacht

sind. — Bei einer hierzu dienenden Ausführung liegen die Kämme in dem viereckigen Ausschnitt eines Rahmens, der mit seiner schwingenden und auf- und niedersteigenden Bewegung jedesmal, wenn er in die Nähe des Kammringes gelangt, einen Kamm von unten her in die Fasern einschiebt (*Square motion*). — Eine sehr viel gebrauchte Bewegungsvorrichtung ist jedoch die in Fig. 398 dargestellte Schraubenführung. Dieselbe besteht aus den zwei Schraubenpaaren 1, 2 und 3, 4, die mit rechten Gewinden versehen sind und sich dadurch entgegengesetzt drehen, dass ein Stirnrad s auf einer Schraube mit dem Stirnrad t der darunter liegenden in Eingriff steht. Zwischen dem oberen Paar liegen zwei Leisten n n, auf welchen die Kammstäbe o laufen. Da die letzteren mit den Enden zwischen den Gängen der Schrauben liegen, so werden sie also durch die Drehung der letzteren in der Richtung des Pfeiles fortbewegt. Am Ende s der Schraube angekommen, fallen sie, da die Leisten n hier aufhören, nach unten auf die Leisten m m, um nun von dem Schraubenpaar 3, 4 gefasst und nach vorn bewegt zu werden. Hier angelangt werden sie sodann durch Daumen d, welche an den Schrauben 3 und 4 sitzen, wieder in das Bereich der oberen Schrauben gehoben, also zugleich gradlinig vertikal in das Material eingesteckt, um den Lauf von Neuem zu beginnen. — Damit die Kämme einerseits sicher aus den Gängen der oberen Schrauben in die der unteren gelangen, sind auch an diesen Schrauben Daumen e zum Herabdrücken vorhanden und damit sie andererseits von den oberen Schrauben sicher erfasst werden, sind die Daumen d so zu formen, dass sie die Kämme etwa während $^1/_3$ Umdrehung der Schraube tragen. — Zur Ersparung von Kammstäben giebt man den rückgehenden eine doppelt so grosse Geschwindigkeit, als den vorgehenden, indem man die Ganghöhe der unteren Schraube doppelt so gross, als die der oberen macht.

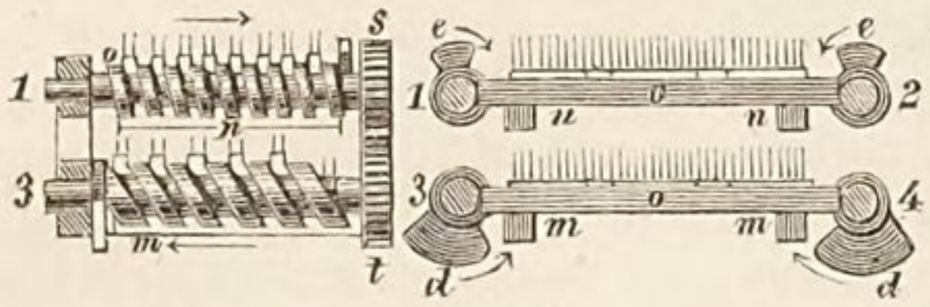


Fig. 398.

II. Der Speiseapparat, dessen Aufgabe im Grunde nur darin liegt, dem Kämmapparat das Material portionenweise durch Einschlagen in die Zähne zu überliefern und welcher daher anfänglich bei den Kämmaschinen sogar durch die Hand ersetzt war, muss in ähnlicher Weise periodisch fungiren wie die Hand, und bietet daher zugleich ein so naheliegendes Mittel zur Ergänzung des eigentlichen Kämmapparates (nach dem oben erwähnten zweiten Grundgedanken), dass er fast ohne Ausnahme auch als solche dient und konstruirt wird.

Zum Einschlagen in die Zähne selbst ist das Faserbündel zunächst etwa mit der Mitte über die Zähne des Kammes zu legen und darauf bis zu einer gewissen Tiefe in dieselben hineinzuschieben, was bei vertikal stehenden Kammzähnen entweder durch zwei getrennte Bewegungen — eine horizontale und eine vertikal nach unten gerichtete —, oder durch eine aus beiden zusammengesetzte — schwingende, streichende Bewegung geschehen kann.

a. Das einfachste, aber seiner Unvollkommenheit wegen wenig benutzte Werkzeug zum Einschlagen besteht aus einem Paar geriffelter Walzen C, Fig. 397, S. 555, welches sich periodisch drehend, in einem schwingenden Rahmen E liegt und dem das Material mittelst eines mitschwingenden Tuches ohne Ende zugeführt wird. Wenn diese Walzen erst horizontal vorrücken, sich dann vertikal senken und darauf wieder horizontal zurückziehen, so

schlagen sie nicht nur die Fasern in den Kamm A ein, sondern reissen dieselben bei der Rückwärtsbewegung auch von der Hauptmasse ab. Hervorgebracht wird eine solche Bewegung unter Anderem sehr einfach durch ein auf der Welle c sitzendes Kreisexzenter i, welches den mit dem in o drehbaren Gelenk g geleiteten Rahmen E nicht nur auf- und nieder-, sondern auch gleichzeitig horizontal hin- und herbewegt. Von derselben Welle aus wird ferner mit i eine exzentrische Kreisschnecke gedreht, die in das Schneckenrad d eingreift und vermittelst der Kegelräder bei x die untere Speisewalze in Umdrehung versetzt, wodurch fortwährend Fasermaterial aus dem mit Bürsten besetzten Mundstück m herausgeschoben wird. — Eine besondere, komplizirte Konstruktion dieser schwingenden Walzen besteht in der Einfügung sechs solcher Walzenpaare mit Zuführtuch, auf der Peripherie einer sich drehenden Trommel. — Bei einer anderen Anordnung schwingt das Speisewalzenpaar mit einer polirten Blechplatte, auf der das Material zugeführt wird.

b. Die Hauptunvollkommenheit, welche dem in a erklärten Apparate anhängt, ist die leicht eintretende Verwirrung, in welche die Faserenden gerathen, da sie von den Walzen nicht ausgestrichen werden können. Zur Vermeidung dieses Uebels hat man daher neben schwingenden Walzen noch ein System von Kämmen angebracht, durch welche das Material hindurch gezogen wird, bevor es auf den Hauptkamm gelangt. Fig. 399 stellt eine solche Anordnung dar. Vor und hinter dem Speisewalzenpaar C liegen die Kämme d und e, welchen das Material von den Einziehwalzen c über die Führungswalze b zugeht. Damit dies möglich wird, ist zwischen den Kämmen ein System von Stäben (Rost) angebracht, welches so hoch gehoben wird, dass die Kammspitzen das Material nicht berühren. Der Rost bildet demnach eine Art Brücke, über welche das Material vermittelst des Walzenpaares C hinweggezogen wird. In dem Augenblicke, wo dies geschieht, steht der Speiseapparat unmittelbar neben dem Kammring A, so dass die aus dem ersteren herausragenden Fasern über den Spitzen a schweben. Wird nun in dieser Stellung der Rost mit dem Walzenpaar C und den Bürsten m zugleich gesenkt, so wird das Faserbündel sowohl in die Kämme d e als den Beschlag a des Kammringes eingeschlagen. Nachdem dieses Einschlagen stattgefunden hat, entfernt sich der Schlitten E mit dem Speiseapparat von dem Ringkamm A und reisst dadurch einen Bart ab, der in dem Hauptkamm A sitzen bleibt und von demselben bei seiner Weiterdrehung mitgenommen wird. Bei diesem Vorgang tritt offenbar zwischen den Zähnen der mit dem Speiseapparat verbundenen Kämme ein Auskämmen desjenigen Endes des Faserbartes ein, das zuletzt den Speiseapparat verlässt und an der äusseren Peripherie des Ringkammes herunterhängt.

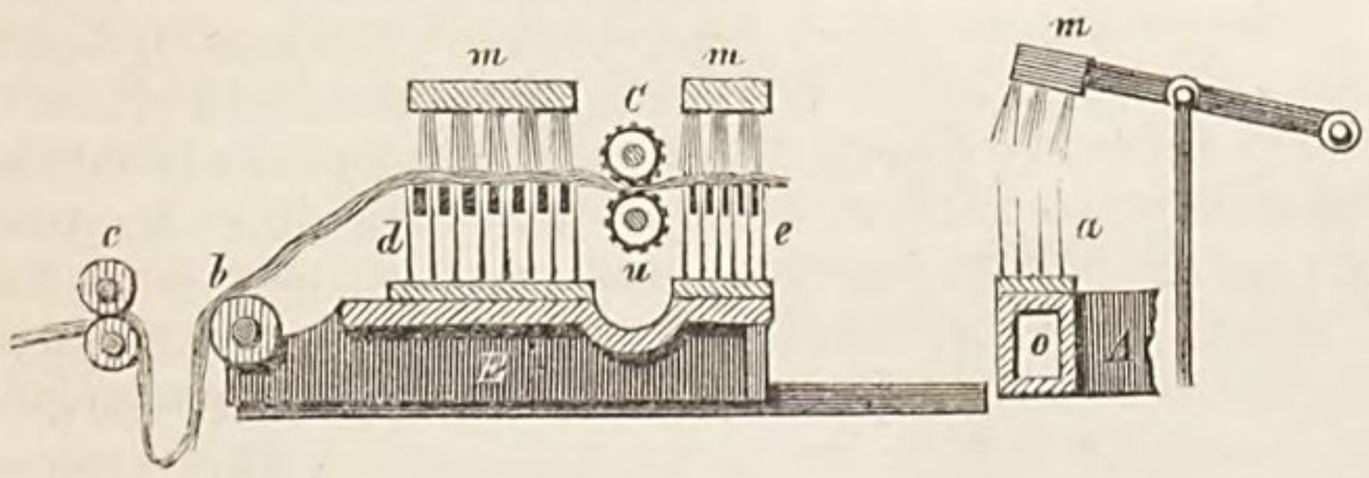


Fig. 399.

c. Wenn zwar der in b beschriebene Apparat durch die Vereinigung des Speiseapparates mit dem Kämmapparat als eine wesentliche Vereinfachung der Kämmaschine betrachtet werden kann, da für zwei Funktionen nur ein Organ vorhanden ist, und wenn zugleich dadurch die Beseitigung

des dem einfachen schwingenden Walzenpaar anhaftenden Uebelstandes erreicht ist, so liegt doch noch eine Unvollkommenheit in der Art des Abreissens des Bartes und des Uebertragens desselben auf den Hauptkamm A, weil die Annäherung des Speisekammes an den Kamm A nicht so ist, dass die Mittelpartie des Bartes genügend gekämmt werden kann. Um dieses aber zu ermöglichen, ist es nothwendig und genügend, den mittleren Theil des Bartes zu lockern und so auf den Hauptkamm zu bringen, dass beim Ausziehen des durch die Kammstäbe gekämmten und aus dem Hauptkamm heraushängenden Endes sämmtliche Kämmlinge in dem letzteren zurückbleiben. Ein solcher Erfolg wird nun am einfachsten dadurch erzielt, dass man das aus den Kammstäben herausstehende Ende des Faserbündels in unmittelbarer Nähe dieser Stäbe fasst, aus diesen herauszieht und nun in den Ringkamm so einschlägt, dass alles Ungekämmte in die Zähne dieses Kammes zu liegen kommt. Es ist demnach ein besonderes Einschlageorgan zwischen den zwei Kämmorganen anzubringen, welches neben dem Auskämmen und Abreissen des Bartes auch den Transport auf den Ringkamm übernimmt. Zur Ausführung dieser Funktion sind verschiedene zangenartige Werkzeuge erfunden, von denen hier nur die gebräuchlichsten angeführt werden mögen.

1) Eine derselben, geeignet für die ringförmige Gestalt des Hauptkamms ist in Fig. 400 dargestellt. Sie besteht aus der Zange on, welche durch automatische Hebung des oberen Backen n und Senkung des unteren Backen o geöffnet, in dem Augenblick ganz nahe an das Kammsystem C (welches mit der in Fig. 398, S. 556 ausführlich beschriebenen Schraubenbewegung ausgestattet ist) herantritt, wo der vorderste Kammstab 1 heruntergefallen ist. — Der dadurch in die geöffnete Zange eingeführte Bart wird durch das nun stattfindende Schliessen der Zange gefasst und durch eine Bogenbewegung der letzteren an einem Ende gekämmt. In die Stellung n_1 gelangt, tritt sodann, von unten aufwärts geführt, ein besonderer Kamm k senkrecht in den Bart ein, zieht denselben aus der nunmehr sich wieder öffnenden Zange aus, trägt ihn mit einer schwingenden Bewegung k_1 auf die Zähne a des Ringkammes A und streift ihn durch eine zurückziehende Bewegung an denselben ab, während gleichzeitig die Einschlagbürste m die Fasern in den Kamm A eindrückt. — Um das Reinkämmen der ausgezogenen Fasern möglichst zu sichern, ist auch über den Kammzähnen C eine Einschlagbürste m angebracht, welche unmittelbar vor dem Abreissen in die Zähne einschlägt und in dieser Stellung während des Abreissens verbleibt.

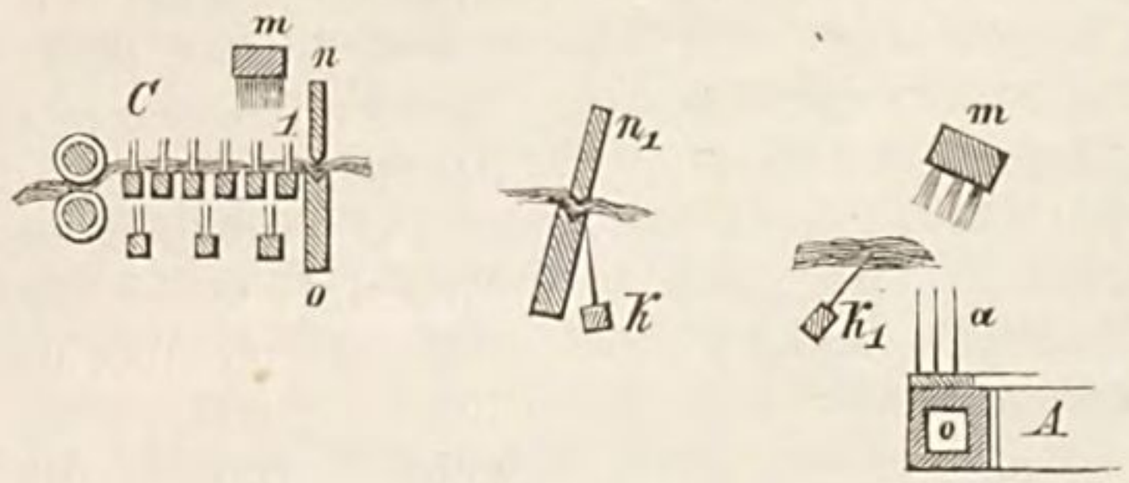


Fig. 400.

2) Wegen der eigenthümlichen Angriffsweise der unter 1. beschriebenen Abreiss- und Uebertragungsvorrichtung fordert dieser Speise- und Einschlag-Apparat ziemlich komplizirte Bewegungsmechanismen. Um diese zu ersparen, wendet man neuerdings einen Zangenapparat[1]), Fig. 401 an, bei dem mehrere (gewöhnlich 6) Zangen auf einer sich drehenden Trommel sitzen und sich während der ruckweise erfolgenden Bewegung der letzteren

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 211. Polyt. Centr., 1874. S. 813.

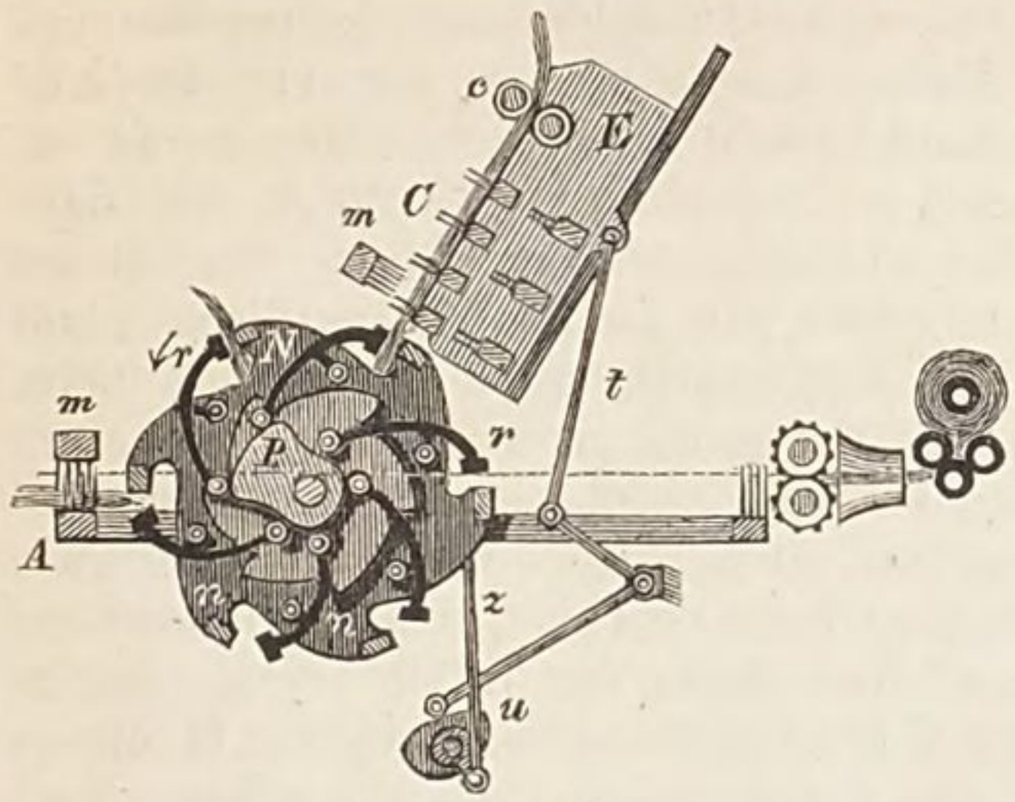


Fig. 401.

nach und nach vor den Kamm C begeben, sich hier schliessen, das Material fassen, aus den Kammstäben herausziehen und dann durch rechtzeitiges Oeffnen an den Hauptkamm A abgeben, in den es durch eine sofort niedergehende Bürste m eingeschlagen wird. Zur Bewegung dieser Organe liegen um eine Welle drehbar (innerhalb des Hauptkamms A) zwei Scheiben N mit sechs festen Backen n. Zwischen diesen Scheiben befinden sich sechs Backen r, welche an Hebeln sitzen, die um Zapfen drehbar sind und sich mit kleinen Rollen gegen eine unrunde Scheibe P stützen. Indem nach richtiger Einstellung die Backenscheiben N von u aus durch ein Sperrad ruckweise um 60° gedreht werden, gelangt bei jedem Ruck eine Zange zum Fassen des Materials an die Speisestelle, schliesst sich, indem die Rolle des betreffenden Hebelbackens von der unrunden Scheibe P nach aussen gedrängt wird, reisst bei der Weiterdrehung einen Bart aus den Kammstäben C heraus und schlägt ihn in den Kamm A ein, indem sie sich in demselben Augenblick wieder öffnet, weil die Führungsrolle der Achse P näher rückt. — Zum Zubringen des Materials dienen die Kammstäbe C mit Schraubenführung nach Fig. 398, S. 556 ausgestattet. Diese liegen ausserdem noch auf einem 60° geneigten Schlitten E, der sich so bewegt, dass er im Augenblick, wo die Zange sich schliesst und feststeht, nach aufwärts geht, um dadurch das Auskämmen und das Abreissen des Bartes vorzunehmen. Diese Schlittenbewegung erfolgt von der unrunden Scheibe u, vermittelst eines Winkelhebels und der Zugstange t. Zur Bewegung der Zangentrommel dient ein Schaltrad, welches mit einer der zwei Endplatten N verbunden und mit sechs Schaltzähnen versehen ist, in welche bei jeder Umdrehung der Kurbel u durch die Schubstange z ein Schaltkegel einfällt, dessen Hub so bemessen ist, dass die Zangentrommel um 60° vorwärts rückt. Zur Verhinderung der Rückdrehung ist endlich noch ein fester Sperrkegel angebracht.

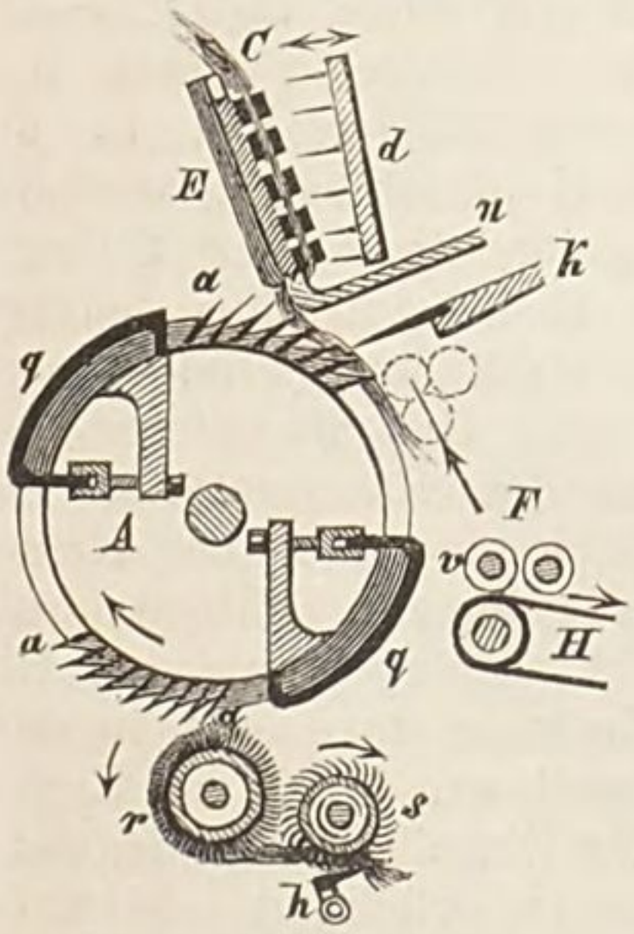


Fig. 402.

3) Eine andere Variation dieses Speise- und Kämmapparates, die namentlich für die Zylinderform des Hauptkammes konstruirt ist und Anwendung findet, zeigt dem Wesen nach Fig. 402. Zunächst sind zwei Rostplatten C vorhanden, welche sich zum Zweck der Speisung gemeinschaftlich auf einer Platte E nach oben verschieben und dabei das Fasermaterial ohne Hinderniss passiren lassen, weil während dieser Aufwärtsbewegung die Speisekämme d sich aus dem Rost zurückgezogen haben. Wenn die Rostplatten jedoch oben angekommen sind, stechen die Kammzähne d durch das Material und schieben es, indem sie sich mit den Rostplatten nunmehr nach abwärts bewegen über die Kante der Platte E

hinaus. Diese mit Leder beschlagene Kante bildet nun aber mit dem Greifer n eine Zange, welche sich durch Vorstossen des Greifers schliesst, wenn der Speiseapparat unten angekommen ist. In diesem Moment rücken Speiseapparat und Zange allmählich in fast radialer Richtung gegen den Hauptkamm vor und bringen das Material zum Kämmen in das Bereich der Kammzähne a, bis die letzteren die Zange fast berühren. Das ist der Augenblick, in dem sich die Zange wieder öffnet und ein besonderer Vorstechkamm k in das Material eintritt, um dasselbe einem Walzenpaare F zuzuführen, durch welches es mit Zurücklassung der Kämmlinge aus dem Vorstechkamm herausgezogen wird. Das Walzenpaar F wird hierbei dem Uebertragungskamm k eine Strecke (bis zur punktirten Lage) entgegengeführt und zwar in die nächste Nähe der Kammwalze, so dass die vordere Walze v gegen den mit Leder überzogenen, währenddem vorgedrehten Sektor q gedrückt und von demselben mitgedreht wird. Nachdem dieser Sektor vorübergegangen, wird sodann das aus den Walzen F heraushängende Bartende, bevor der Bart durch das Tuch ohne Ende H abgeführt wird, von den nachfolgenden Zähnen noch einmal gekämmt.

4) Bei den unter 1., 2., 3. beschriebenen Speisevorrichtungen hängt die Grösse der Verschiebung der Kammstäbe wesentlich von der Länge der zu kämmenden Fasern ab und wird bei kurzen Fasern (Baumwolle) so klein, dass hierdurch eine besondere Vereinfachung des Speiseapparates möglich wird, indem, wie Fig. 403 zeigt, die Kammstäbe darin ersetzt werden können durch Igelwalzen C oder geriffelte Walzen, welche sich ruckweise drehen und in Folge dessen der Zange nE das Material portionenweise zuführen. — (Da die anderen Funktionen dieser Anordnung mit denjenigen übereinstimmen, welche in 3. beschrieben, so kann hierauf verwiesen werden).

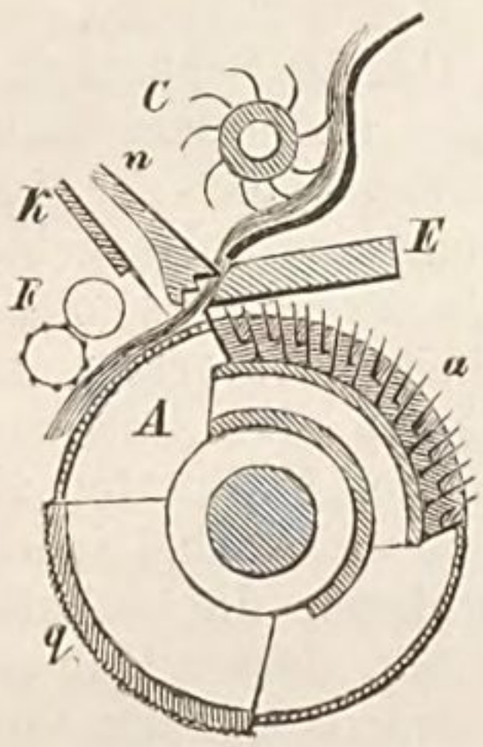


Fig. 403.

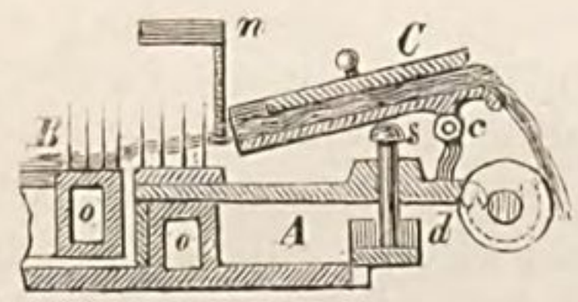


Fig. 404.

5) Eine eigenthümliche Abart der Zange, welche an Kämmaschinen mit zwei Ringkämmen (Fig. 396, S. 555) angewendet wird, besteht, Fig. 404, in einem mit Deckel versehenen Kanal oder Büchse C, welche um einen Bolzen c auf und niederkippt, beim Aufschlagen neues Material einzieht und beim Niederfallen in die beiden Kämme A und B einschlägt. Zur Erzeugung dieser Bewegung dient der Stift s, welcher an geeigneter Stelle auf eine schräge Schiene d aufläuft, dadurch unter die Büchse stosst und dieselbe hebt. Um bei dieser Bewegung das Vorziehen des Fasermaterials zu veranlassen, hält zugleich eine nach der Krümmung des Ringkammes gebogene Schiene n die Fasern zurück. Das Einschlagen an der Berührungsstelle beider Kreiskämme erfolgt in dem Augenblick, wo der Schaft s die Formschiene d verlässt, durch das Eigengewicht der Einschlagbüchse. Eine vertikal über der Einschlagstelle liegende, sich sofort nach dem Einschlagen senkende Bürste drückt das Material fest in die Zähne. Dass die Einschlagbüchsen an dem Kammring sitzen und sich mit demselben herumdrehen, bedarf wohl kaum bemerkt zu werden.

6) Das Charakteristische der vorher beschriebenen Speise- und Einschlag-Organe liegt in der alternirenden Bewegung sämmtlicher Theile.

Diese Bewegung fordert komplizirte und ausserordentlich genau zusammengehende Vorrichtungen, wenn nicht häufig Betriebsstörungen eintreten sollen. Es ist daher das Bestreben erklärlich, statt der wiederkehrenden Bewegungen kontinuirliche einzuführen, um dadurch zugleich eine ruhige, die Stösse vermeidende Arbeitsweise zu erreichen. — Zur Konstruktion eines mit kontinuirlicher Drehbewegung ausgestatteten Speiseapparates hat die Beobachtung geführt, «dass ein Faserbündel, welches zwischen zwei Flächen eingepresst ist, die sich aufeinander bewegen und wovon die eine glatt und die andere rauh ist, bei dieser Bewegung von der rauhen Fläche mitgenommen und auf der glatten verschoben wird». Ein mit rauhem Leder bekleideter, kreisförmiger Ring, der sich auf einem glatten Metallring dreht, bildet daher eine kreisförmige, in sich selbst zurückkehrende Zange, zwischen deren Ring-Backen das eingelegte Material beliebig herumgeführt werden kann, um an einer Stelle dieser Kreiszange gekämmt und an einer zweiten derselben ausgezogen zu werden. Wie aus der untenstehenden Fig. 405 zu ersehen ist, wird bei einer auf obigem Grundsatze beruhenden Konstruktion das Material von oben in die zu dem Zwecke mit runden Löchern e versehenen Ringe ein, und radial ab zwischen die Backen o und n der Kreiszange eingeführt. Die aus der Zange heraushängenden Faserenden werden durch einen rotirenden Walzenkamm A, dessen Form sich an die Kreiszange anschliesst, gekämmt. Um darauf das Abreissen des Bartes und das Auskämmen des zweiten Endes sowie der Mittelpartien möglich zu machen, muss die Zange sich momentan ein wenig öffnen. Dieses Oeffnen wird nun nicht etwa durch eine Entfernung der Backen von einander bewirkt, sondern auf höchst sinnreiche Weise dadurch, dass der festliegende untere Kreisbacken an derjenigen Stelle am oberen Rande ausgeschnitten ist, wo das Abreissen des Bartes geschehen soll. Indem sich während des durch die beiden sich drehenden, die Fasern zwischen sich ziehenden Riffelwalzen F besorgten Abreissens ein besonderer gebogener Kamm N (Nakteur) unmittelbar an der Kreiszange in das Material einsenkt, wird das Kämmen der anderen Theile des Bartes ausgeführt. Ein gleicher Kamm befindet sich bei dem Walzenkamm A und senkt sich zwischen A und n ein, um ebenfalls namentlich zum Kämmen der Mittelpartien zu dienen. Da die beiden Nakteure nicht gleichzeitig, sondern abwechselnd in Thätigkeit gesetzt werden, so sitzen sie in einem Stabe NN, der mit einer Kugelkappe c auf einer kugelförmigen Erhöhung des oberen Ringbackens n liegt und abwechselnd nach F und nach A kippt.

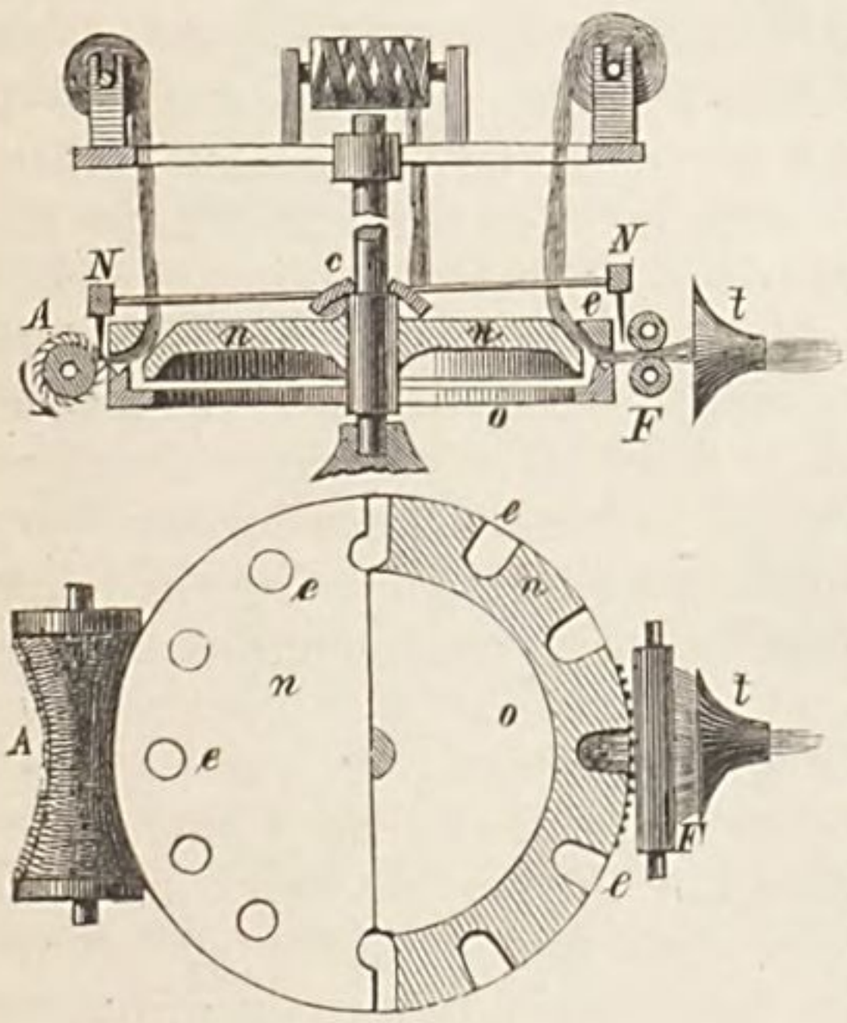


Fig. 405.

III. Der Ausziehapparat hat die Bestimmung, den gekämmten Bart und die Kämmlinge nicht nur aus den Kämmorganen zu entfernen, sondern auch womöglich, des leichteren Transportes wegen, in eine bestimmte Form (Band) zu bringen. Er zerfällt deshalb zunächst in zwei getrennte Theile, wovon der eine den Bart, der zweite die Kämmlinge auszieht.

a. Bei Betrachtung der eigentlichen Kammapparate ist zu erkennen, dass dieselben fast in der Regel nur das Auskämmen des einen Bartendes

und der Bartmitte bezwecken und das Auskämmen des zweiten Endes einem anderen Organ überlassen, welches offenbar genau so fungiren kann, als die Hand, welche aus dem festgelegten Kamme die Fasern vorsichtig auszieht und zu einem Zuge vereinigt, während die Kämmlinge in dem Kamm zurückbleiben. Daher ist der Bart-Ausziehapparat fast ohne Ausnahme zugleich zum Kämmen bestimmt und je nach der Einrichtung des eigentlichen Kammapparates alternirend oder kontinuirlich wirkend. In beiden Fällen besteht das wirkende Organ fast ausschliesslich in einem Paar geriffelter Walzen, welche sich ruckweise oder ununterbrochen drehen, das frei hängende Bartende zwischen sich fassen, aus dem Hauptkamm ausziehen, (wodurch das Kämmen des zweiten Endes bewirkt wird) und endlich den gefassten Bart abliefern. Da die Bewegung der schwingenden Ausziehwalzen und ihre Nothwendigkeit bereits oben S. 555 Erwähnung fand, so mag es hier genügen, bezüglich der kontinuirlich wirkenden Ausziehwalzen hervorzuheben, dass sie fast an allen Kämmmaschinen mit Kämmringen vorhanden sind und in zwei verschiedenen Lagen zur Anwendung kommen. Entweder stehen sie F, Fig. 396 an der äusseren Peripherie (bei dem Kamm B) oder an der inneren (bei dem Kamm A) parallel zur Achse der Kämme, oder sie liegen, Fig. 397, 401, 405 tangential. Da sie im letzteren Falle die Fasern zuerst an den Spitzen fassen und sie darauf allmählich ausziehen, so muss diese Anordnung namentlich an Fig. 397 als die zweckmässigste bezeichnet werden. — Hinter den Ausziehwalzen befindet sich entweder unmittelbar ein Trichter t, Fig. 396, 398, 401, 405, der das fliessartige Fasergebilde zu einem Band zusammenzieht, das entweder wie bei den Krempeln in einen Topf oder auf eine Art Spule oder Wickelwalze geleitet wird. Oder es ist zwischen Ausziehwalzen und Trichter eine grössere Entfernung vorhanden, um einen allmählichen Uebergang in die Bandform zu erzielen und dann zur Unterstützung des Fliesses ein kurzes Tuch ohne Ende H, Fig. 397 angebracht. — In einigen seltenen Fällen ist auch als Ausziehorgan eine Zange vorhanden.

b. Im Verlaufe der Arbeit sammeln sich zwischen den Kammzähnen die Kämmlinge in solcher Menge an, dass die kämmende Wirkung bald aufhören würde, wenn man nicht für die Entfernung dieser getrennten Fasern Sorge trüge. Desshalb sind Reinigungsvorrichtungen erforderlich, welche die Kämmlinge stetig aus den Zähnen herausheben und fortführen. In der einfachsten Gestalt bestehen sie — bei Walzenkämmen E, Fig. 402 — aus rotirenden Bürsten r, welche die Zähne a ausbürsten und die Kämmlinge an eine Kratzenwalze s ablassen, von welcher sie dann durch den Hacker h in derselben Weise zusammenhängend entfernt werden, wie bei den Hechelmaschinen und Krempeln näher beschrieben wurde. Zum Ausheben der Kämmlinge aus den Zähnen eines Ringkammes, wozu Bürsten sich nicht eignen, werden wohl ausschliesslich schräge Bleche u, Fig. 397 gebraucht, welche nach der Krümmung des Kammes gebogen von oben zwischen die Zähne bis auf den Boden eingehängt werden. Die Kämmlinge steigen an der schrägen Fläche in die Höhe und werden oben von den Riffelwalzen L aufgenommen und in eine Kanne abgeführt.

III. Anordnung der Fasern zur Erzielung einer parallelen Lage und gleichmässigen Vertheilung derselben (Strecken, Dupliren).

Die Form, in welcher aus den Auflockerungs-, Isolirungs- und Auskämm-Maschinen das Fasermaterial hervorgeht ist, ein entweder durch

Zusammenziehung oder Theilung des Fliesses gebildetes Band. Der Herstellungsprozess dieser Form ist jedoch nicht der Art, dass eine parallele Lage der Fasern, welche gewöhnlich beim eigentlichen Spinnen vorhanden sein muss, daraus resultiren kann oder doch genügend gesichert ist und dass eine für alle Fälle erforderliche, gleichmässige Vertheilung erzeugt worden wäre. Es muss aus diesen Gründen noch ein weiterer Vorbereitungsprozess folgen, dessen Aufgabe in den meisten Fällen darin besteht, neben einer gleichmässigen Vertheilung eine parallele Lage der Fasern zu erzwingen.

Die Erzwingung einer parallelen Lage ist nur zu erreichen, wenn die Fasern zunächst ihrer Krümmung dadurch beraubt werden, dass man sie wiederholt und so lange gerade zieht, bis sie in dieser nunmehr geraden Gestalt verharren und dass man ihnen sodann so viel als möglich die Gelegenheit nimmt, in ihre krumme Lage zurückzukehren.

Das Geraderichten einer Faser kann nun entweder dadurch geschehen, dass man sie an den beiden Enden anfasst und in die Länge zieht, oder dadurch, dass man sie nur an einem fasst und an Widerständen vorbei zieht, längs welchen sie eine Reibung erfährt, die einen Zug in der Längenrichtung hervorbringt, der zur Entfernung der Biegungen ausreicht. Erfahrungsmässig richtet sich eine Gespinnstfaser in den meisten Fällen schon gerade, wenn sie an einem Ende aus einem Faserbündel herausgezogen wird, weil ihre geringe Dicke einen kaum merklichen Biegungswiderstand hervorzurufen vermag. Aus demselben Grunde werden solche gerade gelegten, in einer grossen Zahl zu einem Bündel vereinigten Fasern sich aber auch gegenseitig hindern, in die krumme Lage zurückzukehren, wobei natürlich ein länger ausgeübter Seitendruck ausserdem noch besonders günstig einwirken muss.

Um daher sämmtliche Fasern eines Bandes in die parallele Lage zu bringen, ist es nur nöthig, das Band einem Organ zuzuführen, das nach und nach die Fasern aus demselben herauszieht, während das Band selbst festgehalten oder langsam nachgeschoben wird. Da das Festhalten des Bandes während des Ausziehens weder eine kontinuirliche Arbeit, noch das gewünschte Resultat herbeiführen kann (wie die Betrachtung der ähnlich wirkenden Kämm-Maschinen gezeigt hat), so ist die zweite Methode «nach der aus dem langsam fortschreitenden Bande fortwährend Theile aus und gerade gezogen werden, ohne dabei den Zusammenhang als Band aufzuheben», die allgemeinste und fast allein übliche.

Der ununterbrochenen Wirkung halber sind zu der in Rede stehenden Arbeit nur drehende Walzen und zwar mindestens zwei Paar: eins zum Ausziehen und eins zum Zurückhalten, beziehungsweise langsamen Nachschieben des Bandes anwendbar.

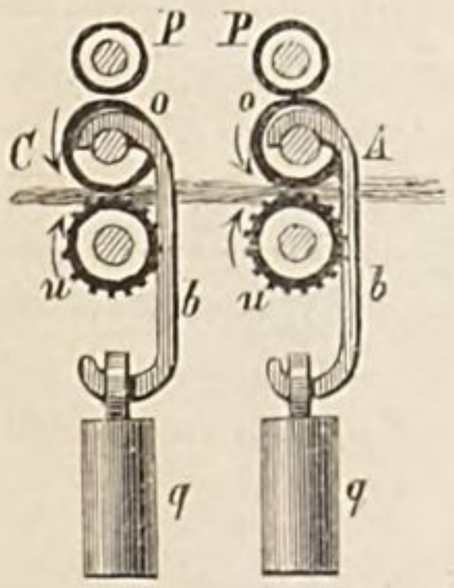


Fig. 406.

Wenn nun, Fig. 406, durch das Walzenpaar A aus dem, durch das Zylinderpaar C zugeführten Bande die Fasern zum Zwecke des Parallellegens ausgezogen werden sollen, so kann das nur geschehen: wenn die Umfangsgeschwindigkeit c des sich in der Pfeilrichtung drehenden Walzenpaares A grösser ist, als die Umfangsgeschwindigkeit c_1 des zweiten Walzenpaares C, weil dadurch von dem letzteren das erwähnte Zurückhalten des Bandes bewirkt wird und weil, wenn $c = c_1$ kein Ausziehen und wenn $c < c_1$ sogar ein Aufstauchen und Knicken der Fasern zwischen A und C eintritt. In Folge dieses Vorganges (wenn $c > c_1$) findet aber,

wie sofort erkannt wird, in dem Masse der Geschwindigkeitsdifferenz $c - c_1$ eine Verfeinerung des Bandes Statt, indem ja ein Bandstück c_1 auf die Länge c ausgedehnt (gestreckt) wird, so dass die Operation des Streckens (Laminiren, Etirage, Laminage, *Drawing*) durch die genannten Organe (Zylinder, Streckwalzen, Streckzylinder, Cylindres étireurs, Laminoirs, *Drawing rollers*) diejenige des Parallellegens in sich schliesst und dass die zur Ausführung dieser Operation vorhandenen machinalen Vorrichtungen [1]) (Streckmaschine, Strecke, Ziehmaschine, Zugmaschine, Laminirstuhl, Machine à étirer, Métiér à étirer, Banc d'étirage, Laminoir, *Drawing frame*, *Drawing machine*) wesentlich mit die Parallellegung der Fasern bezwecken.

Bezüglich der Beschaffenheit, Grösse und gegenseitigen Lage der Streckwalzen ist zunächst Vorsorge zu treffen, dass die Fasern in vollkommen gesetzmässiger Weise gerade gezogen und fortgeführt werden, was nur stattfinden kann, wenn die Geschwindigkeit, mit welcher sie sich bewegen, genau mit derjenigen der Zylinderoberfläche übereinstimmt. Eine solche Uebereinstimmung kann aber nur unter Ausschluss jeglichen Gleitens eintreten, wesshalb das letztere durchaus zu vermeiden ist. Zu dem Zwecke werden die unten liegenden stählernen oder eisernen Walzen u geriffelt (Riffelwalze, Unterwalze, Cylindre cannelé, *Fluted roller*) und die oben liegenden o gewöhnlich mit einem weichen elastischen Ueberzuge (von Leder, Kautschuk oder Tuch) versehen und mit Gewichten oder Federn gegen die Unterwalzen gedrückt (Oberwalze, Druckwalze, Lederwalze, Oberzylinder, Cylindre de pression, *Pressing roller*, *Presser*) so dass der Ueberzug etwas in die Riffeln eintritt und das Fasermaterial festhält. — Ist das Material selbst so stark und fest, dass es ohne Schaden das Einpressen auch in Ermangelung eines elastischen Ueberzuges der Oberwalze aushalten kann, so lässt man diesen weg und sucht durch Vergrösserung der Oberwalze o, welche dann sehr oft aus hartem Holz angefertigt wird, eine breite Berührungsfläche herbeizuführen, Fig. 409, S. 569. — Die Belastung der Oberwalze wird in der Regel durch Gewichte, seltener durch Federn erzeugt. Zur Aufhängung der Gewichte q, Fig. 405 dient für jede Walze ein Bügel, Sattel oder Druckhaken b, der auf die Zapfen der Oberwalzen gehängt ist. — Mitunter wird auch die Belastung so angeordnet, dass sämmtliche Oberwalzen durch ein Gewicht niedergedrückt werden. Die Vertheilung dieses Gewichtes auf die einzelnen Walzen erfolgt dann nach demselben Prinzip, wie S. 485 an der Flachsbrechmaschine, Fig. 365 angegeben ist. — Um bei sehr starker Belastung, wie sie für lange Fasern nothwendig wird, ein grosses Gewichtsstück zu umgehen, wendet man auch Hebelübersetzung an, Fig. 409. — Die Grösse des Druckes, den die Oberwalze ausübt, ist im Allgemeinen abhängig von dem Widerstande, den die Fasern dem Ausziehen entgegen setzen, sowie von der Grösse der Streckung, und demnach für verschiedene Materialien sehr ungleich. Beispielsweise mag schon hier erwähnt werden, dass die Belastung der Oberwalze an Baumwollstrecken oft nur 15 kg. beträgt und an Flachs- und Hanfstrecken von 700 bis 1200 kg. hinaufsteigt.

Da in Folge des Zuges einzelne Fasern abreissen müssen, wenn sie sich gleichzeitig zwischen zwei Streckwalzenpaaren befinden, so ist es nothwendig, diese in einem solchen Abstand von Mittelpunkt zu Mittelpunkt gemessen (Espacement, *Ratch*, *Reach*) von einander zu legen, dass derselbe

---

1) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 126. — Polyt. Centr., 1856. S. 845; 1860. S. 1243; 1863. S. 1028; 1864. S. 37. — Dingler's Journ., Bd. 169. S. 395.

grösser als die Faserlänge ist; da aber andererseits das Strecken nur regelmässig von Statten gehen kann, wenn die Fasern sofort, nachdem sie das eine Walzenpaar verlassen, von dem anderen gefasst werden, so darf der erwähnte Abstand nur möglichst wenig grösser sein, als die Länge der Fasern. — Hieraus erklärt es sich, wesshalb der Abstand für Baumwollstrecken klein (etwa 28 mm.), für Flachs, Hanf und Wolle gross (100 bis 800 mm.) sein muss und wesshalb es, wie S. 518 hervorgehoben wurde, so wichtig ist, in dem Spinnmaterial Fasern von nahezu gleicher Länge zu haben.

Für langfaseriges Material ist es nun noch nothwendig, zur Vermeidung einer Durchsenkung und einer dadurch leicht eintretenden Verwirrung und Zerreissung, zwischen den Streckwalzenpaaren eine Unterstützung für das Band anzubringen. In einfachster Ausführung könnte diese Unterstützung in einer Platte oder einem den Transport erleichternden Tuch ohne Ende bestehen. Allein diese einfachen Mittel können nur in den seltensten Fällen ausreichen, weil sie keine gehörige Sicherheit für die Führung und die Parallellegung bieten, da die letztere doch einen grösseren Widerstand der Fasern gegen Verschiebung verlangt, als diese Mittel gewähren. Darum sind in dem vorliegenden Fall zur Vermehrung des Widerstandes, also zur Unterstützung für die Geradestreckung und Sicherung der Führung fast immer noch zurückhaltende Organe vorhanden, welche nach verschiedenen Grundsätzen konstruirt werden.

1) Handelt es sich nur um eine Führung, so besteht dasselbe aus Walzen-Paaren, welche das Material genügend fest zwischen sich klemmen, ohne jedoch ein Gleiten zu verhindern, wesshalb ihre Oberflächen glatt sein müssen.

2) Soll jedoch nebst der Führung auch noch ein Zurückhalten des Bandes stattfinden, so lässt sich das sehr einfach erreichen, indem man Fig. 406 zwischen den Streckwalzen a b und den Einziehwalzen c d je nach der Länge der Fasern eine oder zwei Walzen e f anbringt, um die sich das Band im Zickzack herumschlingt [1]), weil dadurch das Material erst nach und nach losgelassen wird, wobei es zweckmässig ist, die Walzen noch gegen einander, d. h. e an c und f an b, oder e an f zu pressen, so dass mehrere wirkliche Haltepunkte entstehen.

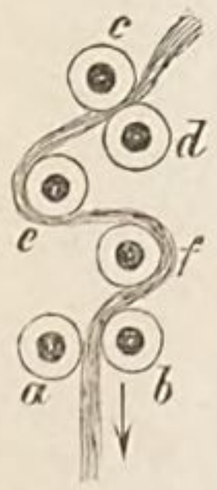


Fig. 407.

3) Am sichersten erreicht man aber den genannten Zweck, wenn man wo möglich jeder Faser oder mindestens einer nur kleinen Zahl neben einander liegender Fasern gleichzeitig eine sichere Führung und einen zum Geradeziehen erforderlichen Widerstand ertheilt. Dadurch aber wird der beim Strecken stattfindende Vorgang so nahe verwandt mit dem Kämmen, Hecheln, Streichen, dass auch die hier zur Arbeit gelangten Organe in passender Abweichung vollständig genügend erscheinen müssen. — Daher findet man zwischen den Streckwalzen für langfaseriges Material ganz besonders oft Nadeln eingeschaltet, welche in Reihen aufgestellt, das Material zwischen sich hindurch passiren lassen, um es zu führen und gerade zu ziehen. Aus wiederholt angegebenen Gründen ist es jedoch nicht gerathen, diese Nadeln unbeweglich anzubringen, sondern so, dass sie sich mit dem Material bewegen, aber des Zurückhaltens wegen mit geringerer Geschwindigkeit. — Die Nadeln werden dann entweder auf Stäben befestigt (Nadelstäbe, Barrettes à peignes, *Gills*, *Fallers*) welche den Hechelstäben, Fig. 372 B,

1) Dingler's Journ., Bd. 132. S. 177.

S. 493 gleich sind (Nadelstabstrecke) oder auf Walzen (Nadelwalze, Peigne circulaire, *Porupine*), die den Igeln (Igelstrecke) der Walzenkratzen, S. 545 ähnlich ist. Zur Bewegung der Nadelstäbe dient fast ausschliesslich die Schraube in der Konstruktion, wie sie S. 556 in Fig. 398 ausführlich erörtert ist (Schraubenstrecke), weil die Nadeln hierbei rechtwinklig in das Material einstossen und sich auch schnell rechtwinklig herausziehen, was bei den Anordnungen, wo die Nadelstäbe auf einem Tuch ohne Ende oder auf Ketten sitzen, nicht geschieht, wenn nicht besondere komplizirte Führungen angebracht werden. — Die Nadelwalze, Fig. 410 BG erhält selbstverständlich eine drehende Bewegung (*Rotary gill*) in der Richtung, in welcher das Band fortgezogen wird. Damit hier das Abziehen des Bandes von den Nadeln leicht von Statten geht, erhalten diese eine unter etwa 50° gegen den Radius geneigte Lage. Wegen der geringen Anzahl der bei der Anwendung der Nadelwalze zur Wirkung gelangenden Nadeln bildet diese den Nadelstäben gegenüber nur einen unvollkommenen Ersatz und findet daher auch weniger Anwendung, wenngleich ihre Funktionirung sehr einfache Vorrichtungen fordert.

Die Streckmaschinen zerfallen demnach, je nach dem sie für das Strecken kurzer oder langer Fasern bestimmt sind, in zwei verschiedene Gattungen, in die erste mit sehr nahe zusammen liegenden Streckwalzen und in die zweite mit so weit von einander liegenden Streckwalzen, dass dazwischen Führungsorgane erforderlich werden.

Erfahrungsmässig findet das Strecken am zweckmässigsten in der Weise statt, dass man den gewünschten Verzug nicht auf einmal zwischen zwei Walzenpaaren, sondern nach und nach zwischen mehreren Paaren erzeugt, weil dann die Elastizität der Faser nicht so plötzlich in Anspruch genommen, also mehr geschont wird. Desshalb kommen im Allgemeinen nicht nur mehrere Strecken hinter einander in Anwendung, sondern auch oft in einer Strecke mehrere (3 bis 6) Streckwalzenpaare. Ist letzteres der Fall, so ist wegen der Schonung des Materials ferner dienlich, zwischen je zwei Systemen eine grössere Entfernung anzuordnen, als die Fasern sonst zulassen und hier eine Streckung zu vermeiden. Z. B. werden bei 4 Paar Streckwalzen je 2 zu 2 Systemen zusammengelegt und zwischen dem 2. und 3. Paar der grössere Zwischenraum gelassen, bei 5 und 6 Paaren trennt man sie zwischen dem 3. und 4. Paar u. s. w. — Wenn mehrere Strecken nach einander das Material bearbeiten sollen, so pflegt man sie oft auf einer Bank (Zylinderbaum, *Cylinder beam*) neben einander anzubringen, so dass die Streckmaschinen oft 6 bis 8 solcher Köpfe oder Gänge (Tête, *Head*) besitzen.

Als ein Konstruktionsmuster einer Streckmaschine für kurzes Material kann die in Fig. 408 dargestellte Baumwollstrecke [1]) gelten. Vier Streckwalzenpaare 1, 2, 3, 4 bilden hier einen Kopf und sind so auf dem Zylinderbaum B angebracht, dass sie sich behufs Einstellung auf eine gegebene Faserlänge gegen einander verschieben lassen. Zu dem Zwecke liegt das erste Paar 1 (Vorderzylinder, Cylindres étireurs, *Front rollers*) in einem festen Lagerbock, die anderen dahingegen in Böcken, die mit horizontalen Ansätzen und einfachen Prismenführungen gegen einander, sowie auf dem Baum B verstellbar und vermittelst einer durch Schlitze hindurchgehenden Schraube zu befestigen sind. Die Oberwalzen werden, wie oben Fig. 406 näher erwähnt, durch Gewichte q direkt belastet. Die Einführung des Bandes A (aus Töpfen, von Spulen etc.) geschieht durch die ver-

1) Leigh, Cotton spinning, S. 167.

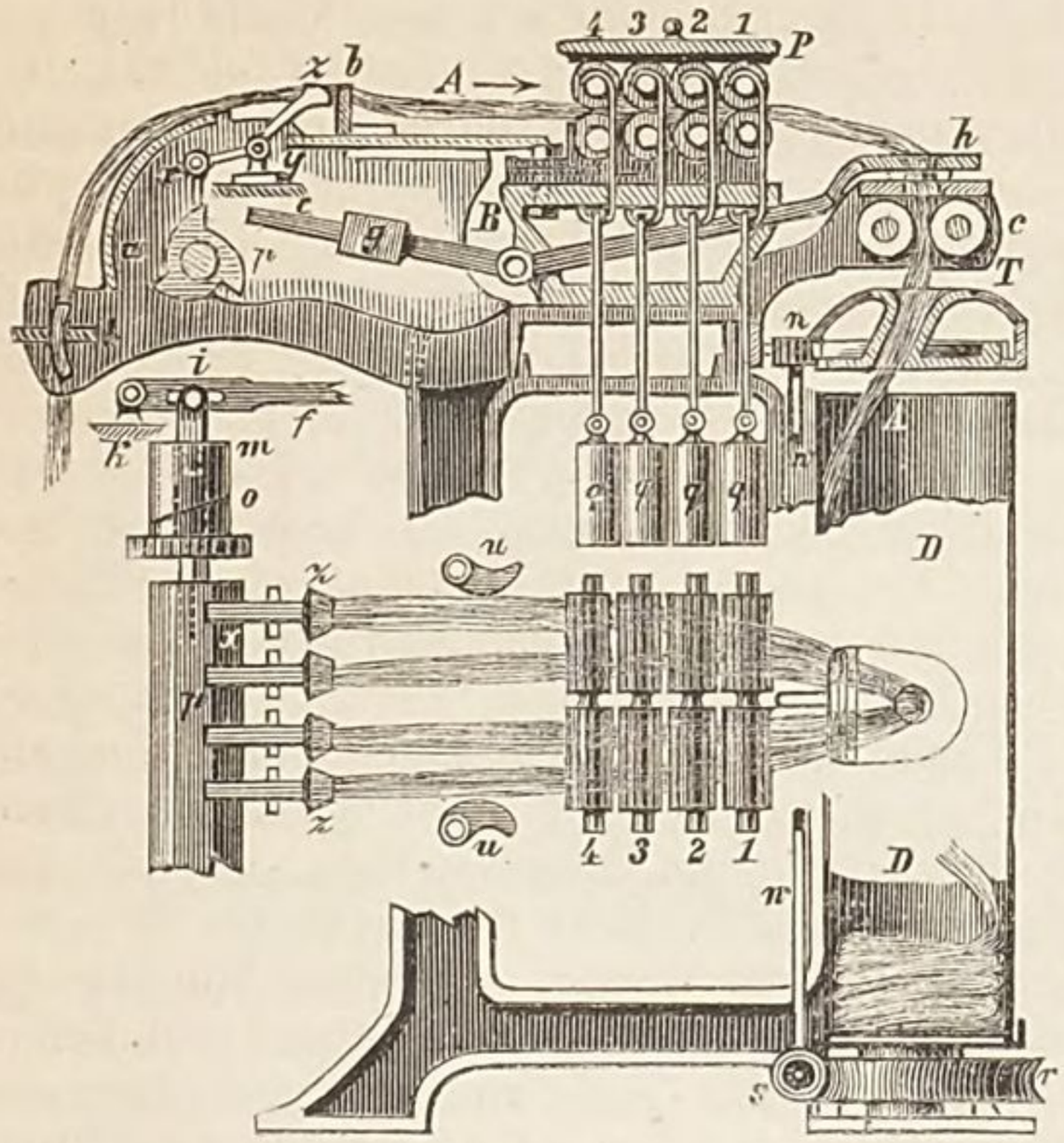


Fig. 408.

stellbare, gelochte Schiene l über das gebogene Blech a und die mit Einschnitten versehene Leitschiene b zunächst zu dem Walzenpaar 4 (Hinterzylinder, Cylindres fournisseurs, *Back rollers*). Die Abführung nach der Streckung durch die Abzugswalzen c erfolgt in die Drehkanne D, welche auf einem Teller E steht, der durch Schneckenrad r und Schnecke s die Drehung erhält und zwar vermittelst Kegelräder von derselben vertikalen Welle w aus, welche durch das Stirnrad n den Trichter-T in Umdrehung versetzt.

Durch das Strecken werden die Bänder proportional der Verlängerung dünner und daher bald in einen Zustand gebracht, dass sie bei der geringsten Störung zerreissen. Ein Band von 30 mm. Durchmesser wird z. B. bei 9 facher Streckung schon auf 10 mm., bei 100 facher Streckung auf 3 mm. Durchmesser reduzirt. Es ist daher erforderlich, nach einer Streckung stets eine Anzahl Bänder zusammenzulegen, um dadurch wieder ein Band von gehöriger Festigkeit zu erhalten. Diese einfache Operation, welche auch hier das Dupliren heisst, gestattet ein beliebig oft wiederholtes Strecken mit gesteigertem Erfolg bezüglich der Parallellegung der Fasern.

Durch Strecken und Dupliren wird ausserdem ein Vermischen der einzelnen Bänder hervorgebracht und dadurch die Regelmässigkeit des resultirenden Bandes in solcher Weise erhöht, dass hierin das vorzüglichste Mittel zur Erzielung einer gleichen quantitativen Vertheilung geboten wird. Werden nämlich n Bänder auf das n fache gestreckt und duplirt, so resultirt ein Band von n facher Länge aus n Urbändern. Wiederholt sich darauf derselbe Vorgang in gleicher Weise, so entsteht ein Band aus $n \cdot n = n^2$ Urbändern, nach der 3. Streckung und gleicher Duplirung sind $n \cdot n \cdot n = n^3$ Urbänder in dem neuen Bande vorhanden und so erhält man nach m maliger n facher Streckung und Duplirung n^m Urbänder zu einem Bande vereinigt. Die Zahl der Urbänder wächst also mit der Potenz der Streckung und Duplirung. Hat z. B. eine 6 malige 4 fache Streckung und Duplirung stattgefunden, so ist die Zahl derjenigen Urbänder, aus welchen das zuletzt gebildete Band zusammengesezt ist $4^6 = 10656$. Weil hierbei auch jedes Urband sich auf das 10656 fache verlängert hat, so erkennt man schon an diesem oft vorkommenden Beispiel das ausserordentlich hohe Mass von Ausgleichung, welche durch das Strecken und Dupliren zu erzeugen ist. — Dass man durch Veränderung des Streckungs- und Duplirungs-Verhältnisses auch die Feinheit des Bandes ändern kann, bedarf nur der Andeutung.

Um die Duplirung auszuführen, also eine Anzahl von Bändern zu einem einzigen zn vereinigen, ist, wie Fig. 408 (Aufsicht auf die Streck-

maschine) zeigt, nur nothwendig, sie gemeinschaftlich dem Walzenpaar c (Zugwalzen, Abzugswalzen, Cylindres étireurs, *Callender rollers*) zuzuführen, welches sie kräftig zusammenpresst und durch den rotirenden Trichter in die Drehkanne D schiebt.

Da die Feinheit des gestreckten Bandes abhängt von der Feinheit der Urbänder, von der Grösse des Verzugs und der Anzahl der zusammengelegten Bänder, so kann man auf der Streckmaschine durch diese Grössen die Feinheit des resultirenden Bandes schon in Feinheitsnummern bestimmen und somit eine weitere Vorbereitung zum Spinnen treffen. Um aber bei getroffenen Massregeln des Erfolges sicher zu sein, ist namentlich erforderlich, dass jede Störung oder Aenderung sofort erkannt wird. Desshalb sind, wenn solche Gefahr droht, bei den Streckmaschinen stets Vorrichtungen [1]) vorhanden, welche das Abreissen oder zu Endegegangensein eines Bandes anzeigen, ja selbst, wenn auch sehr selten solche, welche das Streckungsverhältniss automatisch regeln [2]). Um das Abreissen eines Bandes anzuzeigen, wird die Strecke mit Organen versehen, die sie bei dem Eintritt dieses Ereignisses stillstellt. Ein solches oft angewendetes Organ ist auch an der Strecke, Fig. 408 vorhanden. Es besteht aus einem Hebel xyz (Wächter, Bandwächter), der sich um y dreht und bei z zur Aufnahme des Bandes eine Rinne trägt. An dem Ende x dahingegen hängt eine kleine Schiene von solchem Gewicht, dass bei der Reibung des Bandes in der Rinne der Wächter sich in der gezeichneten Lage erhält, bei Aufhören dieser Reibung durch Abreissens des Bandes aber das Ende x ein Uebergewicht erhält und niederfällt. Hierbei trifft die an x hängende kleine Schiene die, der ganzen Länge nach gezahnte und sich drehende Welle und arretirt sie. Indem sich aber eine Kupplungsklaue o mit einem Zahnrad weiter dreht, schiebt sie durch die schräge Fläche die zweite mit einem viereckigen in die Welle hineingeschobenen Zapfen mit der Welle verbundene Klaue m in der Achsenrichtung der Welle vor und dadurch den an dem Hebel kif sitzenden Riemenführer vor sich her, so dass der Antriebsriemen auf die Losscheibe zu liegen und die Maschine nach kurzer Zeit zum Stehen kommt. Um dieselbe Selbstabstellung (Selbstauslösung, *Stop-motion*) auch dann hervorzurufen, wenn ein zur Kanne laufendes Band vor dem Eintritt in dieselbe zerreisst, ist ein Arretirungshebel gh angebracht, der bei h eine Platte trägt, die zum Durchgange des Bandes eine trichterförmige Oeffnung hat und durch den Zug des Bandes niedergehalten wird, nach dem Abreissen desselben aber in die Höhe schnellt, wodurch dann das andere Ende g in die Welle p fällt und den oben erklärten Ausrückungsmechanismus in Thätigkeit setzt.

Da selbst bei der genauesten Einstellung der Walzen das Zerreissen einzelner Fasern, das Abbrechen der Spitzen etc. unvermeidlich ist, so nehmen die Oberwalzen stets solche kurze Fasern an sich und bedecken sich damit. Weil sie aber dadurch auf der Oberfläche eine gewisse Rauhigkeit erhalten, die nun das Band zerzausen würde, so müssen sie fortwährend von den angehängten Faserchen dadurch gereinigt (geputzt) werden, dass man sie an einer rauhen Fläche vorüberstreifen lässt. Entweder wird diese aus einem mit Filz, Tuch oder Plüsch bezogenen Deckel (Putzdeckel), Fig. 408 P, oder mit demselben Material überzogenen Walzen (Putzzylinder), Fig. 404 P, oder aus langsam sich über die Lederwalzen hinweg bewegenden, endlosen Tuchstreifen gebildet.

---

1) Polyt. Centr., 1851. S. 275; 1863. S. 41. — Dingler's Journ., Bd. 81. S. 268; Bd. 196. S. 195. 2) Polyt. Centr., 1853. S. 598.

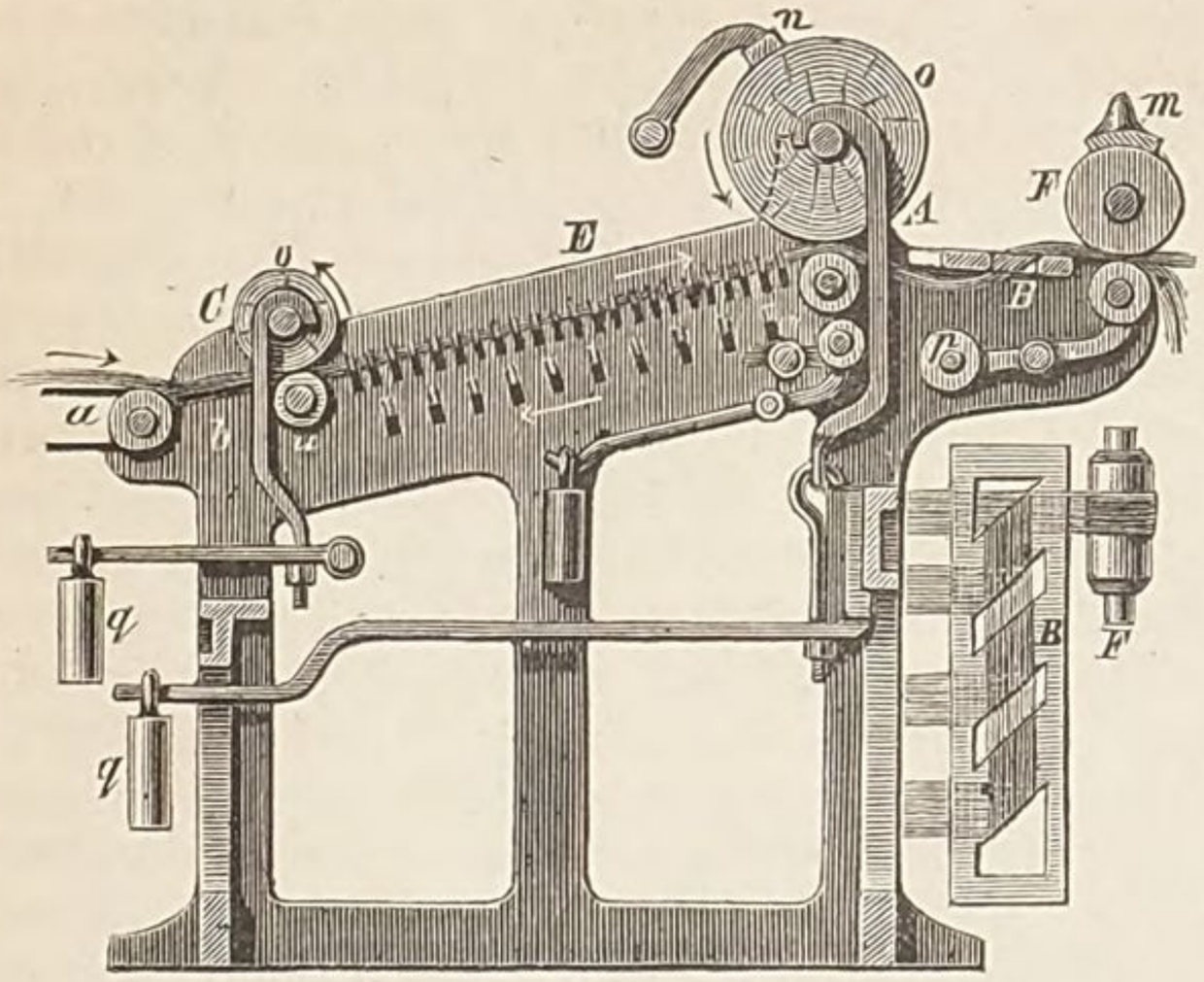


Fig. 409.

Eine Streckmaschine für langfaserige Gespinnststoffe ist in Fig. 409 vor Augen geführt. Das Fasermaterial wird durch das Zuführtuch a mit Auflage oder aus vorgesetzten Kannen etc. über die Platte (Einlass-) b dem Walzenpaar C, Hinterwalzen, Einziehwalzen, (Cylindres fournisseurs, *Back rollers*, *Feeding rollers*,) zugeführt und von dem zweiten Walzenpaar A, Vorderwalzen, Auszieh-walzen, Streck-walzen, (Cylindres étireurs, *Front rollers*, *Delivering rollers*,) gestreckt, während es gleichzeitig durch die Zähne E der in der Richtung des Pfeiles mit angemessener Geschwindigkeit mittelst der S. 556 beschriebenen Schraubenbewegung mitbewegenden Nadelstäbe hindurch gezogen und geführt wird. Bei dieser Strecke ist wegen der Breite der vorgelegten Bänder ein Zusammenziehen der gestreckten Bänder unmittelbar vor den Hinterwalzen unzulässig, wenn die Abzugswalzen F nicht sehr weit entfernt liegen und die Bänder nicht zu schnell aus der Richtung kommen sollen. Daher ist zwischen A und F eine mit Einschnitten versehene Bandplatte B (*Doubling plate*) angebracht, durch welche die Bänder A zusammengelegt und so duplirt den Ausziehwalzen F zugeführt werden. Die erforderliche sehr starke Belastung der Oberwalzen erfolgt durch die Gewichte q mit Hebelübersetzung. Von den Abzugwalzen wird durch ein Gewicht p die untere Walze gehoben, also gegen die Oberwalze gepresst. Das Putzen geschieht durch die Putzschienen n, beziehungsweise eine Putzwalze, welche durch ein Gewicht angedrückt und durch eine davorliegende Bürstenwalze gereinigt wird. Da bei dem Strecken des langfaserigen Materials (Flachs, Hanf etc.) wegen der Stärke und der grossen Festigkeit der Bänder ein Abreissen nicht zu befürchten steht, so sind Bandwächter an demselben überflüssig.

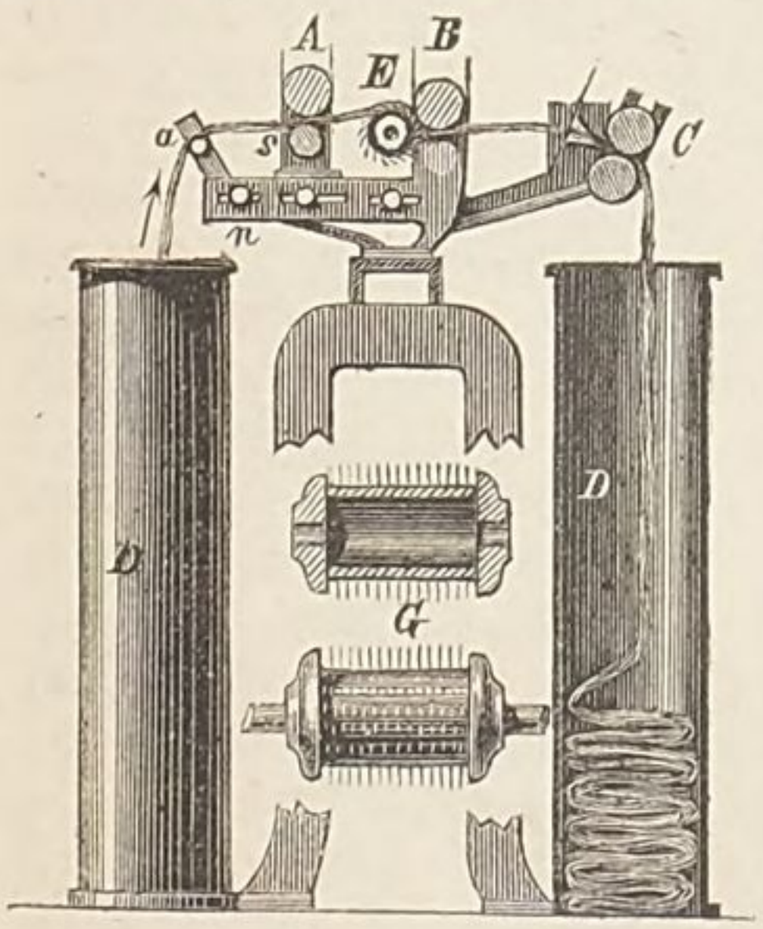


Fig. 410.

Zur Erklärung einer Igelstrecke mag die Skizze, Fig. 410 dienen, welche in F zunächst den Igel und sodann bei A, das erste aus 2 Walzen bestehende Einzugsorgan, bei E die Nadelwalze, bei B das Streckwalzenpaar, bei D die Ausziehwalzen und bei C die Kannen zeigt.

Bei denjenigen Strecken, welche sehr lockeres (also namentlich Baumwollband) verarbeiten, werden mitunter Vorrichtungen angebracht, welche das Band beim Austritt aus der Strecke kräftig zusammenpressen. — Dazu

sind vor Allem die Moletten zu rechnen, welche aus zwei Scheiben von 75 bis 80 mm. Durchmesser bestehen, wovon die eine mit einer der Peripherie entlang laufenden 4 bis 5 mm. breiten Nuth, die andere mit einer diese Nuth ausfüllenden Erhöhung versehen ist, welche in diese Nuth eintritt. Indem das Band nun zwischen diesen schmalen Walzen hindurchläuft, empfängt es unter einem Druck von 20 bis 25 kg. eine starke Kompression. Sehr oft ist die Molettenstrecke[1]) zum Zwecke der Bandaufnahme statt der Kannen mit drehenden Spulen oder mit Spindeln versehen. Im letzteren Falle stehen vor den Moletten oder den Abzugswalzen eiserne Spindeln von etwa 650 mm. Länge, um welche sich das Band ähnlich wie bei dem Drehtopf in zykloidischen Lagen anordnet, indem sich über den Spindeln auch Drehscheiben mit schrägem Rohr befinden, wie bei Fig. 392, S. 544, und indem das Band von sich langsam drehenden runden Scheiben getragen wird, welche allmählich längs der Spindeln abwärts steigen, aber den Bandkörper zwischen sich und der oberen Platte v stark zusammenpressen, dass jede Spindel 4 bis 5 kg. Band anfnehmen kann. Dieser Pressung wegen heisst die in Rede stehende Strecke auch Pressionsstrecke[1]).

Drittes Kapitel.

Das eigentliche Spinnen[2]).

In dem durch die Vorbereitungsmaschinen gebildeten Bande ist den Fasern neben der Gleichmässigkeit ihrer Vertheilung eine bestimmte Lage gegeben, ohne dass dieselben im geringsten ihre freie Beweglichkeit eingebüsst haben. In Folge dieser letzteren ist die Festigkeit des Bandes ausserordentlich gering. Andererseits muss das Band, je nach der Feinheit des zu erzeugenden Garnes, mehr oder weniger, mitunter aber so bedeutend gestreckt werden, dass es unmöglich wäre, diese Streckung auszuführen und die mit grosser Mühe erzeugte parallele Lage der Fasern zu erhalten, wenn nicht ein Theil der freien Beweglichkeit dadurch vernichtet würde, dass man zwischen den Fasern eine Adhäsion erzeugt, welche dem Strecken keinen erheblichen Widerstand entgegensetzt, die bandartige Fasermasse aber gegen gar zu leichte Beschädigung schützt. Es ist ferner in den seltensten Fällen zulässig oder möglich, die ganze erforderliche Streckung auf ein Mal vorzunehmen, vielmehr erfahrungsmässig geboten, den Verzug nach und nach, d. h. in gewissen Perioden zu bewerkstelligen. Aus diesen Gründen muss derjenigen Endoperation, welche die Erzeugung des Garnes durch Ertheilung von Drehung vollendet, noch ein Streckungs- oder Verzugs-Prozess vorausgehen, der von einer Manipulation begleitet wird, welche die erforderliche Adhäsion hervorbringt und Vorspinnen (Filage en gros, F. en doux, *Roving*) genannt wird, auch in dem Falle, wo dieser Prozess keine Verwandtschaft mit dem Spinnen S. 511 hat. Deshalb zerfällt das eigentliche Spinnen in zwei aufeinander folgende Prozesse, indem es mit demjenigen des Vorspinnens beginnt und mit demjenigen des Feinspinnens abschliesst.

Wie aus dem eben Erklärten hervorgeht, handelt es sich aber in beiden Fällen wesentlich um zwei Vorgänge: um das Strecken des Bandes und

---

1) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 136 etc. 2) Karmarsch-Hartig, Bd. II. S. 822. — C. H. Schmidt, Lehrbuch der Spinnerei-Mechanik, Leipzig 1857. — Grothe, Techn. der Gespinnstfasern, Bd. 1. S. 456.

um die Erzeugung einer Adhäsion zwischen den Fasern; bei den hierzu dienenden machinalen Vorrichtungen (Spinnmaschine, Machine à filer, *Spinning frame*), also auch um zwei Hauptorgane: um das Streckwerk und um ein Werk zur Hervorbringung der geforderten Adhäsion. Hierzu tritt selbstverständlich noch ein Organ zur passenden Beseitigung des Garnes durch Aufwickeln etc.

Soweit hier zunächst das Streckwerk, sowie die beim Strecken zu nehmenden Rücksichten und auftretenden Vorgänge in Betracht kommen, darf auf das vorhergehende Kapitel «Strecken» verwiesen werden, da ein prinzipieller Unterschied in beiden Fällen nicht vorhanden sein kann.

Der Widerstand, der zwischen den Fasern nothwendig ist, um der Bedingung einer gewissen Festigkeit zu genügen, ohne indess der Streckung hinderlich zu sein, kann offenbar nur dadurch erzeugt werden, dass man die Fasern so nahe zusammen bringt, dass sie sich mit einer gewissen Kraft aneinander legen und dadurch Reibungswiderstände erfahren. — Auf zwei verschiedenen praktisch ausführbaren Wegen lässt sich dies Zusammenbringen bewerkstelligen: entweder durch eine starke Pressung, welcher das gestreckte Band vorübergehend ausgesetzt wird, oder durch Ertheilung eines Drahtes von solcher Grösse, dass die Relation A < B stattfindet, welche S. 511 bezüglich der Garnbildung im Allgemeinen besprochen ist.

I. **Spinnen mit vorübergehender Drehung**[1]).

Wird ein Faserband unter Vermeidung eines Ausziehens sehr stark zusammengedreht und unmittelbar darauf wieder in dem Masse entgegengesetzt aufgedreht, dass jegliche Drehung verschwindet, so kehren die Fasern nicht in ihr ursprüngliches Volumen zurück, sondern bleiben einander mehr genähert, weil die gewaltsame, wenn auch nur kurze Zeit wirkende Zusammendrehung eine Lagenveränderung hervorruft, welche nur zum Theil wieder verschwindet. — Da diese Thatsache zur Hervorbringung einer vorübergehenden Annäherung der Fasern fast ausschliesslich (— nur die Molettenwirkung an der Molettenstrecke beruht auf einem anderen Prinzip —) benutzt wird, so kann man die hierauf begründete Spinnmethode das Spinnen mit vorübergehendem oder falschem Draht *(False twist)*, gegenüber dem Spinnen mit bleibendem Draht, nennen.

a. Wenn Fig. 411 ein Faserbündel a zwischen zwei Platten cd liegt, die mit einem gewissen Druck zusammengepresst und entgegengesetzt, in der Richtung der Pfeile, bewegt werden, so wird das Faserbündel ebenfalls in entgegengesetzter Richtung mitgenommen, d. h. vermöge eines Kräftepaares gedreht, wenn die Reibung zwischen Platte und Bündel genügt, um den Widerstand der Fasern gegen diese Lagenveränderung zu überwinden. Zugleich werden aber, weil die Drehungsrichtung bezüglich der Bündelachse dieselbe sein muss, auf dem einen Ende linke und auf dem anderen Ende rechte Windungen entstehen, welche in Zahl und Steigung durchaus gleich sind und sich demnach aufheben. Das durch diese Platten rechtwinklig zu deren Bewegung sich durchziehende Band muss also ungedreht heraustreten, wenngleich es zwischen denselben sehr scharf gedreht wird. — Wegen des

Fig. 411.

1) Techn. Encyklop. Bd. 21. S. 151.

Verschwindens des ertheilten Drahtes hat diese Vorrichtung den Namen Eklipsvorrichtung erhalten. Sie besitzt das Charakteristische, dass die vorübergehende Drehung sich ununterbrochen, also stetig in demselben Masse über das Band verbreitet, in welchem letzteres durch den Apparat hindurchgeht.

b. Liegt dahingegen ein Faserbündel zwischen zwei Platten, welche sich, ebenfalls unter gehörigem Druck, hin und her bewegen, so wird dasselbe gewissermassen zweimal dem oben erläuterten Prozess unterworfen, indem unmittelbar hintereinander derselbe Vorgang in entgegengesetzter Weise sich wiederholt. Es wird das Band in diesem Apparat hin- und hergerollt (gewürgelt, genietschelt; Würgeln, Nietscheln) und dadurch kräftig zusammengepresst, während die Fasern sich zugleich mehr ineinanderschieben und dichter zusammenlegen können als bei dem Eklipsapparat, allerdings, wie dies leicht zu erkennen ist, auf Kosten ihres Parallelismus. — Der Würgel- oder Nietschelapparat (Würgelzeug, Würgelwerk, Frotteur) hat demnach das Eigenthümliche, dass die vorübergehende Drehung alternirend in kurzen Intervallen nach beiden Richtungen stattfindet.

Die Drehorgane sämmtlicher Vorspinnmaschinen mit vorübergehender Drehung beruhen auf einem dieser zwei Prinzipien a und b. Doch weichen sie in der Ausführung ziemlich von einander ab, wie aus folgender Beschreibung der wichtigeren Spinnmaschinen zu ersehen ist.

1) Eklipsmaschine (Eclipse fileur en doux, *Eclipse-speeder*, *Strap-speeder*, *Belt-speeder*). Diese nicht mehr im Gebrauch befindliche Maschine besteht aus einem Streckwerk, von dem die gestreckten Fäden senkrecht nieder gehen, um hier die Eklipsvorrichtung zu passiren, welche aus einem endlosen, etwa 50 mm. breiten Lederriemen besteht, der, wie Fig. 411 zeigt, über zwei mit vertikalen Achsen versehenen Rollen RR läuft und durch zwei Leitschienen l im erforderlichen Abstand gehalten wird. — Die Aufwickelung des Vorgarnes erfolgt auf kurze Wickel oder Spulen s, die auf einem breiten Riemen ruhen, der sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegt und daher die Spulen mit gleichbleibender Peripheriegeschwindigkeit mitnimmt, welche zugleich mit derjenigen des letzten Streckwalzenpaares übereinstimmt. Damit das Garn sich regelmässig aufwickelt, erhält das Gestell, welches die Eklipsvorrichtung, sowie die Spulen trägt, Räder und eine langsame, umkehrende Bewegung in der Richtung der Spulenachsen.

2) Unter dem Namen *Plate speeder* ist eine Vorspinnmaschine bekannt geworden, bei welcher, Fig. 412, die Eklipsvorrichtung aus 2 runden Scheiben ab gebildet wird, die sich entgegengesetzt um die geneigten Achsen cd drehen und an dem abgestumpft konischen 12 mm. breiten Theile ea der Peripherie das Band a zwischen sich durchlassen und auf die Spule s aufdrücken, welche, wie bei der Eklipsmaschine sowohl eine drehende als verschiebende Bewegung erhält.

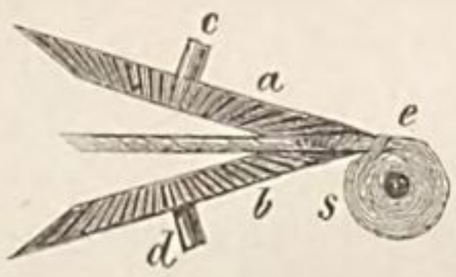


Fig. 412.

3) Röhrenmaschine[1]), (Machine à tubes, Banc à tubes, *Tube roving frame*, *Tube-frame*, *Dyer's frame*). — Wenn man das Band statt zwischen zwei sich entgegengesetzt bewegenden Flächen durch eine in Rotation befindliche Röhre hindurch laufen lässt, welche, wie Fig. 413 I. zeigt, einen Steg c hat, über den das Band sich beim Durchlaufen hinwegbewegen muss, so tritt genau derselbe Vorgang ein, welcher unter a erörtert wurde: das

1) Publ. ind., V. 4. S. 421. — Dingler's Journ., Bd. 63. S. 348; Bd. 132. S. 336.

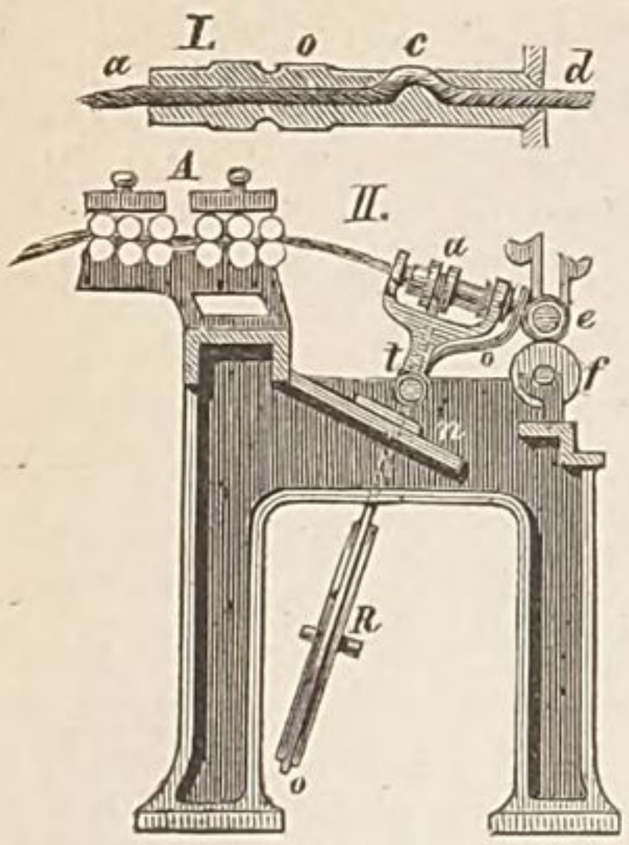


Fig. 413.

Bandstück wird beim Eintritt a nach der einen, beim Austritt d nach der entgegengesetzten Richtung gedreht. In Verbindung mit einem Streckwerk und einer Vorrichtung zum Aufwickeln des gedrehten Garnes bildet dieser Eklipsapparat die oft in Anwendung stehende Röhrenmaschine, welche sich namentlich durch sehr einfache Konstruktion und grosse Leistungsfähigkeit auszeichnet. Die Skizze, Fig. 413 II. mag zur weiteren Erklärung dieser Maschine dienen. Das Streckwerk A, welches das Band zuerst empfängt, besteht hier aus sechs Walzenpaaren in zwei Systemen. Das Band passirt dasselbe und tritt darauf gestreckt in das Röhrchen a, welches etwa 260 mm. von dem letzten Streckwalzenpaar absteht und mit grosser Geschwindigkeit vermittelst Riemen oder Schnüre in Umdrehung versetzt wird. Unmittelbar vor dem Röhrenende liegt die Spule e zum Aufwickeln des Vorgarnes. Dieselbe erhält eine gleichbleibende Peripheriegeschwindigkeit durch die geriffelte Walze f, von welcher sie getragen und mitgedreht wird. Um hierbei die Spule regelmässig und fest zu bewickeln (damit sie möglichst viel Material aufnimmt), wird das Röhrchen auf dem Schlitten n längs der Spule langsam hin und her geführt und mit der vorgelegten Platte o an die Spulenoberfläche angedrückt, wesshalb dasselbe in einem Träger t liegt, welcher durch Drehung um einen Bolzen u die Tendenz hat, die Platte an das aufgewickelte Garn anzupressen und mit der Zunahme des Spulendurchmessers aber auszuweichen, ohne den Abstand zwischen Röhrchen und Spule zu verändern. — Die Röhrchen, welche zu 16 bis 32 in einer Maschine sitzen, haben durchschnittlich eine Länge von 110 mm. und eine Weite von 6 mm. und zum Umtriebe eine Riemscheibe oder eine auf der Verdickung o herumlaufende Furche (Wirtel) zur Aufnahme eines Riemens oder einer Schnur, welche abwechselnd unter und über ein Röhrchen wegläuft, so dass eine Schnur sämmtliche Röhren treibt. — Für verschiedene Verwendungen erfahren die Röhrenmaschinen mancherlei Aenderungen, worüber später das Nöthige an den betreffenden Stellen vorkommen wird. Erwähnt mag hier nur werden, dass man neuerdings, um die grosse Geschwindigkeit der Röhrchen hervorzubringen, dieselben wohl auf zwei Zylinder legt, welche durch Schnüre umgetrieben werden und die Röhren durch Reibung mitnehmen.

Die wichtigste mit Würgelzeug ausgestattete Maschine ist

4) Der Rota-Frotteur oder die Würgelmaschine (Bobinoir, Rota frotteur[1]). Der Rota-Frotteur ist ebenfalls aus einem Streckwerk, einem Würgelapparat und einer Aufwindevorrichtung zusammengesetzt. Da das Streckwerk mit demjenigen der anderen Spinnmaschinen und die Aufwindevorrichtung mit derjenigen der Eklipsmaschine oder Röhrenmaschine übereinstimmt, so kann man sich eine selbstständige Würgelmaschine leicht vorstellen, wenn man sich an einer Röhrenmaschine an Stelle der Röhre ein Würgelzeug denkt. Nur die verschiedene Anordnung des letzteren bedingt Unterschiede in der Maschine. Entweder besteht nämlich das Würgelzeug nur aus zwei mit Leder überzogenen Walzen,

1) Publ. ind., V. 13. S 282. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 458. — Dingler's Journ., Bd. 69. S. 27; Bd. 184. S. 43; Bd. 197. S. 216. — Polyt. Centr., 1870. S. 1030.

welche neben ihrer zum Verschieben des Garnes nothwendigen Drehbewegung eine schnelle kurze Längsverschiebung erhalten oder, Fig. 414 B, aus einem kurzen endlosen Riemen (Tablier) und einem quer darüber liegenden, sich mit dem Riemen drehenden und für sich in der Längenrichtung oszillirenden Zylinder, oder endlich, Fig. 414 A, aus zwei endlosen Riemen c und d, die sich zum Zwecke der Garnförderung gleichgerichtet bewegen und zum Zwecke des Würgelns in der Längenrichtung schwingen. Die Würgel-Bewegung, welche natürlich, wenn beide Theile des Würgelzeuges schwingen sollen, bei denselben in entgegengesetzter Richtung oder abwechselnd stattfinden muss, wird in der Regel durch oszillirende Hebel oder Zahnräder, durch Exzentriks oder Nuthenscheiben hervorgebracht. Um die Drehung der Walzen hierbei von den Längenschwingungen unabhängig zu erhalten, sitzen dieselben entweder lose auf den Achsen oder diese liegen mit Hälsen drehbar in den verschiebenden Organen. Die letztere Anordnung ist die zweckmässigere, weil die Walzen dann eine selbstständige Drehung mit einfachen Mitteln erhalten können, wie Fig. 414 C D erkennen lässt. Von den vier Würgelwalzen sind je zwei, die unteren und oberen, mit Hälsen n n in Traversen t eingelegt, welche von den auf einer vertikalen Welle sitzenden Exzentern e die entgegengesetzte schwingende Bewegung erhalten. Indem dann eine der Walzen, z. B. c zugleich vermittelst Zahnräder eine drehende Bewegung aufnimmt und durch Zahnräder z und z_1 auf die Walze d überträgt, wird die durch Pfeile angedeutete Riemenbewegung zum Verschieben des gewürgelten Garnes hervorgebracht.

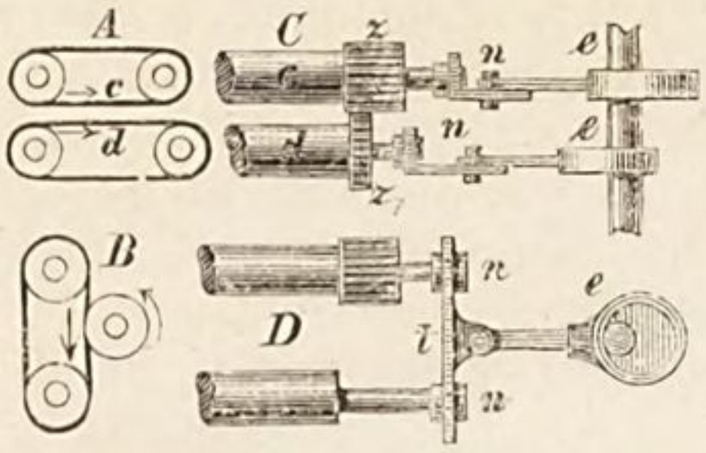


Fig. 414.

Das Mass der Wirkung der obigen Spinnmaschinen wird bemessen nach der Anzahl der Drehungen oder Würgelungen, welche auf eine gewisse Länge des Garnes kommen. Ist bei dem Eklipsapparat, Fig. 411, die absolute Geschwindigkeit des Riemens pro Sekunde = c und die Dicke des Garnes δ, so ist die Zahl der Windungen während einer Sekunde $n = \frac{c}{\delta \pi}$. Wird nun in derselben Zeit eine Garnlänge l von dem letzten Streckwalzenpaar hergegeben, so muss also diese Länge n mal gedreht und aufgedreht werden. — Bei dem Röhrenapparat übertragen sich diese Drehungen n direckt auf die Länge l und bei dem Rota-Frotteur bemessen sie sich ebenfalls nach der absoluten Geschwindigkeit c der nietschelnden Riemen, so dass hier auch $n = \frac{c}{\delta \pi}$.

Die Röhre der Röhrenmaschine macht durchschnittlich für das Vorspinnen von Baumwolle 9000 bis 12000 Umdrehungen pro Minute. In derselben Zeit passirt ein Garnstück von 40 bis 50 m. die Röhren. Daraus ergiebt sich, dass 2,4 bis 2,5 Drehungen auf 10 mm. Garn kommen.

Die Lederhosen am Rotta-Frotteur arbeiten mit etwa 175 Schwingungen pro Minute längs eines Weges von 30 mm. Sie werden darum ein Band von 4,7 mm. Dicke bei einer Schwingung 2 mal, also in einer Minute 350 mal drehen und aufdrehen. Angenommen nun, dass in dieser Zeit 21 m. Garn hergegeben werden, so kommt auf eine Garnlänge von 6 mm. eine Würgelung.

Die Eklipsmaschine für Baumwolle liefert minutlich 50 bis 60 m. Vorgarn. Soll hier derselbe Erfolg erzielt werden wie bei der Röhren-

maschine, so müssen die Lederriemen bei einer Garndicke $\delta = 4{,}7$ mm. eine Geschwindigkeit von fast 10 m. in der Sekunde haben.

Aus diesen Zahlen ergiebt sich auch die Leistungsfähigkeit mancher Spinnmaschinen mit falschem Draht. Eine Röhrenmaschine mit 24 Röhren z. B. liefert in 10 Arbeitsstunden theoretisch bei oben gegebenen Zahlen: $24 . 40 . 60 . 10 = 576000$ m. Vorgarn, in Wirklichkeit allerdings etwa 30 % weniger, wegen der Störungen durch Abreissen etc.

Eine Eklipsmaschine hat gewöhnlich 10 Gänge oder Spulen. Ihre Lieferungsfähigkeit beträgt demnach $10 . 50 . 60 . 10 = 300000$ m. in 10 Arbeitsstunden.

Ein Rota-Frotteur mit 32 Würgelvorrichtungen ist theoretisch im Stande, $32 . 20 . 60 . 10 = 384000$ m. Vorgarn in 10 Arbeitsstunden herzustellen.

Im Allgemeinen ergiebt sich, dass in der Baumwollspinnerei die Eklipsmaschine am meisten, der Rota am wenigsten leistet und dass die Röhrenmaschine bezüglich der Leistungsfähigkeit zwischen beiden steht.

II. **Spinnen mit bleibender Drehung.**

Eine nähere Untersuchung der Wirkung der auf dem Prinzip der vorübergehenden oder würgelnden Drehung beruhenden Organe führt leicht zu der Ueberzeugung, dass das Produkt, welches aus den Maschinen für falschen Draht hervorgeht, an der Oberfläche rauh ausfallen muss, weil zum Theil durch die Zentrifugalkraft (Röhrenmaschine), zum Theil durch das Hin- und Herschieben die Faserenden sich nach aussen neigen. Hierzu kommt noch, dass selbst die parallele Lage der Fasern in grosse Gefahr geräth und dass die Festigkeit des erzeugten Garnes trotz der scharfen Drehung immerhin nur eine geringe Zunahme erfährt, und dass es deshalb nicht möglich ist, auf Maschinen dieser Gattung eine grosse Streckung also die Bildung feiner Vorgarne zu erzielen, selbst dann nicht, wenn mehrere Maschinen hintereinander in Anwendung kommen und somit ein langsamer Uebergang zum feinen Garne angestrebt wird.

Betrachtet man dahingegen die S. 511 erörterten Bedingungen, welche zur Bildung eines zusammenhängenden festen Fadens führen, so erkennt man sofort, dass man im Stande ist, durch die richtige Wahl einer bleibenden Drehung, d. h. durch eine angemessene Zahl Windungen, bezogen auf eine Längeneinheit, einem Faserbündel innerhalb der durch die Widerstandsfähigkeit der Fasern selbst gegebenen Grenzen, jede beliebige Festigkeit zu ertheilen. Durch steigende Vermehrung der Drehung in Verbindung mit einer allmählichen Dickenabnahme des Faserbandes vermag man also, in einem bestimmten Verhältnisse fortschreitend, das Band demjenigen Zustande mit Sicherheit entgegenzuführen, in welchem dasselbe durch eine letzte Drahtgebung in fertiges Garn übergeht. Aus diesem Grunde ist das Spinnen mit bleibendem Draht auch für das Vorspinnen der feinsten Garne anwendbar.

Eine bleibende Drehung eines Faserbündels kann nur dadurch erzeugt werden, dass dasselbe mit einem Werkzeug in Verbindung gebracht wird, welches sich in drehender Bewegung befindet. Wenn dieses Werkzeug eine bestimmte Zahl von Umdrehungen in einer gewissen Zeit ausführt, so wird dieselbe Anzahl von Umdrehungen sich auch über diejenige Länge des Faserbündels vertheilen, welche frei vor dem Drehapparat liegt und daher ungehindert an der Drehung Theil nehmen kann. Ist deshalb in Fig. 415 das Faserbündel a um die Länge AC frei, also bei A festgehalten und bei C mit dem Drehapparat D verbunden, so wird, wenn

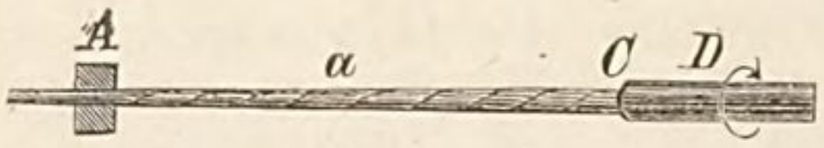


Fig. 415.

D sich mit u Umdrehungen gedreht hat, das Faserbündel AC auch u Drehungen angenommen haben. Entspricht hierbei die Zahl u der verlangten, so ist ein Garnstück von der Länge l mit dem nöthigen Draht ausgestattet; also fertig gedreht. Da bei dieser Anordnung aber zur Wiederholung des Vorganges mit einem neuen, nachgeschobenen Stück das fertig gedrehte erst weggenommen werden muss, so kann aus diesem Grunde bei der Ausführung des Grundgedankens:

> «einem gewissen freiliegenden Stücke des Faserbandes die entsprechende Anzahl von Drehungen zu geben, und sodann das gedrehte Ende zu entfernen»

der Drehprozess nur in bestimmten Zeitzwischenräumen erfolgen, welche zum Theil durch das Drahtgeben, zum Theil durch das Beseitigen des fertigen Stückes, zum Theil durch die Herbeischaffung eines neuen Bandstückes bedingt sind. Der Kürze halber mag dieser Prozess der unterbrochene genannt werden.

Ist der Drehapparat D jedoch so eingerichtet, dass das gedrehte Band sich von demselben unaufhörlich wegbegeben kann, während es ebenso unaufhörlich von dem Punkt A Band hergegeben wird, so vertheilen sich die Drehungen u auf diejenige Bandlänge, welche während der auf diese Drehungen zu verwendenden Zeit durch den Drehapparat D hindurchgeht, wobei theoretisch die Entfernung zwischen A und C gleichgültig ist. — Bei Anwendung des in diesem Vorgange liegenden Grundgedankens:

> «dem Faserbande die entsprechende Anzahl Drehungen zu geben, indem dasselbe während der Drahtertheilung mit einer gewissen Geschwindigkeit durch den Drehapparat hindurchgeleitet wird»

erfolgt der Drehprozess ohne Zeitintervallen, also ununterbrochen. Derselbe mag daher zum Gegensatz des obigen Prozesses der stetige genannt werden.

Damit die Drehung sich regelmässig über das Band fortpflanzt und sich gleichförmig vertheilt, muss das letztere sich in einer gewissen Spannung befinden, weil es schlaffhängend leicht ins Schleudern geräth oder Knoten schlägt. Diese Spannung hat offenbar eine, wenn auch geringe Streckung zur Folge. Indem ferner durch die Drehung die Fasern sich in Schraubenlinien anordnen, tritt eine Verkürzung des ausgespannten Bandstückes ein, welche von dem Drehwinkel α abhängt und sich nach S. 513 bezeichnen lässt mit

$$\lambda = 1 - 1 \sin \alpha.$$

Diese Verkürzung muss nun zwischen den festhaltenden Punkten A und C ebenfalls eine Spannung erzeugen, welche ihrerseits wieder eine Streckung hervorruft, die sich auf die ganze festgehaltene Länge gleichmässig vertheilt, wenn an allen Punkten des Bandes der Widerstand gleich ist. Der Widerstand aber wächst mit der Anzahl der durch Adhäsion zusammenhängenden Fasern und mit der Adhäsion selbst. Er ist also grösser an dickeren Stellen und an solchen die stärker zusammengedreht sind, als an dünneren oder schwach gedrehten. Hierdurch entsteht ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Erfolg des Streckens ohne und mit gleichzeitiger Drehung. Wird das Fadenstück A, Fig. 416, welches bei δ und δ_1 verschiedene Durchmesser hat, ohne Drehung in der Längenrichtung auseinandergezogen, so muss eine weitere Verdünnung, also eine

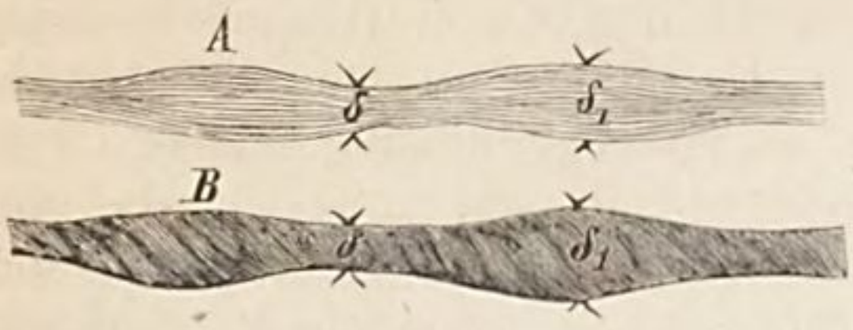


Fig. 416.

Vergrösserung der Ungleichheiten und zuletzt ein Abreissen an der schwächsten Stelle δ eintreten. Ist das Fadenstück aber, wie B zeigt, gedreht, so findet bei einer gewissen Anzahl von Drehungen das Verhältniss Statt

$$u : u_1 = \delta_1 : \delta$$

wenn u die Zahl der Windungen bei δ und u_1 diejenige bei δ_1 bedeutet.

Weil nun aber $\delta_1 > \delta$, so ist auch $u > u_1$, d. h. die schwächere oder dünnere Stelle δ hat eine grössere Anzahl gleich ansteigender Drehungen erhalten, als die stärkere dickere Stelle δ_1. Der Zusammenhang bei δ ist mithin grösser als bei δ_1 und es wird deshalb bei der Streckung die dickere Stelle nachgeben. In Folge dieses Vorganges werden bei einem gedrehten Faden durch Streckung die **Ungleichheiten im Vorgarn ausgeglichen** und **beseitigt**, also unter Umständen dieselben Resultate erzielt werden können, welche durch das Dupliren entstehen. In dem Augenblick, wo durch eine Streckung sich der grössere Durchmesser δ_1 verkleinert, wird sich auch die Zahl der bei δ_1 vorhandenen Drehungen u_1 vermindern. Hierdurch nimmt die Festigkeit an dieser Stelle ab, und tritt Gefahr für das Zerreissen ein. Dieser aber kann man dadurch begegnen, dass man auch während der Streckung im Verhältnisse zum Verzug dem Faden unausgesetzt Draht giebt. Weil sich nun dieser Draht in dem Augenblicke vollständig gleichmässig vertheilt haben wird, wo die Durchmesser des Fadens überall gleich sind, so folgt daraus, dass ein Faden, welcher gleichzeitig gestreckt und gedreht wird, die möglichst grösste Gleichmässigkeit im Durchmesser und im Draht erhält. Zugleich ist hieraus in Bezug auf das Vorspinnen zu ersehen, dass zur Erlangung eines möglichst gleichmässigen Gespinnstes die Methode, dem Vorgespinnst einen bleibenden Draht zu ertheilen, derjenigen, die nur einen vorübergehenden Draht erzeugt, vorzuziehen ist, und dass die Spinnmaschinen für bleibenden Draht auch namentlich für das Vorspinnen von besonderer Wichtigkeit sind.

Da es sich bei dem unterbrochenen und dem stetigen Vorspinnprozess, analog demjenigen zur Erzeugung eines vorübergehenden Drahts, auch hier neben dem Strecken noch um eine Drahtgebung durch wirkliches Spinnen nach der Erklärung S. 575 und um die Entfernung des Gespinnstes handelt, die letztere aber stets so zu erfolgen hat, dass das Garn vor Verwirrung geschützt und auf einen möglichst kleinen Raum zusammengedrängt wird und daher fast ohne Ausnahme durch Aufwickeln auf einen zylindrischen Körper (Aufwinden) geschieht, so zerfällt der Prozess des Spinnens also in die drei Einzelprozesse: Strecken, Drehen und Aufwinden.

A. Der unterbrochene Spinnprozess.

Als ein zur Ertheilung eines bleibenden Drahtes brauchbares Werkzeug kann selbstverständlich jeder rotirende Körper angesehen werden, weil sich von diesem die Drehungen auf ein vorbefindliches Faserband übertragen, wenn das letztere damit fest verbunden wird. Wenn demnach zwar sogar die Gestalt dieses Werkzeugs an und für sich gleichgültig ist, so fordert doch andererseits zunächst die Bewegung selbst gewisse Rücksichten in so fern, als es zweckmässig ist, wenig Masse und diese ohne Schwanken,

Zittern, Schleudern zu drehen, was wesentlich dann eintritt, wenn der Schwerpunkt der drehenden Masse in die Drehachse und möglichst nahe an den Unterstützungspunkt gelegt wird. — Es ergiebt sich daraus leicht als einfachstes Drehorgan ein kurzer dünner Zylinder, mit dem das mit Draht zu versehende Bündel verbunden wird. — Da sich jeder Punkt der Oberfläche dieses Zylinders im Kreise dreht, so ist es auch gleichgültig, an welcher Stelle man den Faden mit demselben verbindet; derselbe wird immer Drehung erhalten, wenn sonst seine Lage in Bezug auf die Drehachse die Drehung überhaupt ermöglicht.

Die sämmtlichen hier in Betracht kommenden Lagen der Garn- und Dreh-Achsen zu einander lassen sich durch die gegenseitigen Neigungswinkel α, Fig. 417, bestimmen, deren Grenze 0 und 90° sind. Bezeichnet man im Allgemeinen den Drehwinkel des Drehapparates mit w und denjenigen, den der mit dem Drehapparat verbundene Faden F in Folge der Drehungsübertragung in derselben Zeit zurücklegt mit w_1, so findet allgemein die Beziehung Statt

$$\frac{\text{tg } w_1}{\text{tg } w} = \cos \alpha.$$

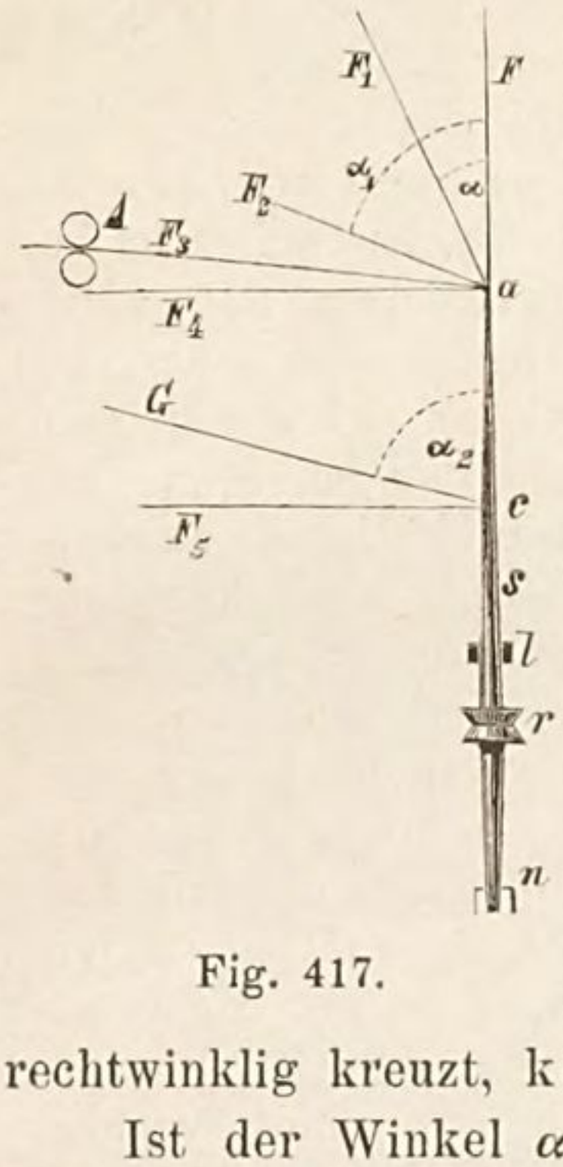


Fig. 417.

Ist in diesem Falle $\alpha = 0$, also $\cos \alpha = 1$, so wird $\text{tg } w_1 = \text{tg } w$ und auch $w_1 = w$, d. h. also: fallen die beiden Achsen zusammen, so tritt eine gleichförmige Drehungsübertragung ein.

Ist jedoch $\alpha = 90°$, also $\cos \alpha = 0$, so wird auch $\text{tg } w_1 = 0$, wie gross auch tg w, also der Drehwinkel w sein mag. Hieraus also folgt, dass in dem Falle, wo der Faden sich mit der Drehachse rechtwinklig kreuzt, keine Drehungsübertragung eintreten kann.

Ist der Winkel α jedoch grösser als Null und kleiner als 90°, so besteht innerhalb einer 1/4 Drehung, also eines Drehwinkels von 90° zwar eine von α abhängige Schwankung in der Uebertragung, allein es erfolgt doch auch bei jeder Umdrehung des Drehwerkzeugs eine volle Drehung des Fadens.

Da es nun bei der Uebertragung der Bewegung von dem Drehapparat auf den Faden auf die Gleichförmigkeit der Geschwindigkeit während einer Umdrehung nicht ankommen kann, weil sich der Draht ja über die ganze Länge frei vertheilt und ausgleicht, so erkennt man hieraus unmittelbar, dass es für den Spinnprozess genügt, den Winkel von $\alpha = 90°$ auszuschliessen und dass jede Lage des Fadens F_1, F_2, F_3 gegen die Drehachse mit Ausnahme der rechtwinkligen F_4 zur Drahtertheilung geeignet ist. Bei dieser letzten Lage bleibt das Drehorgan also ohne Einfluss auf den Drehprozess und auch ohne Einfluss auf den Faden überhaupt, wenn letzterer mit der Spitze a des Drehwerkzeugs S verbunden ist.

Wird statt dessen aber der Faden an einer anderen Stelle, z. B. c des Drehwerkzeugs befestigt, so wird er bei seiner rechtwinkligen Lage F_5 dazu sich um dasselbe herumwickeln, d. h. aufwinden oder aufwickeln, vorausgesetzt, dass er der Bewegung zu folgen vermag.

Aus diesen Erscheinungen ergiebt sich das höchst wichtige Resultat:

Mit Hilfe eines einfachen, drehenden Zylinders ist man nicht nur im Stande, einem Faserbündel Drehung zu ertheilen, indem man letzteres mit der Spitze desselben unter

einem Winkel kleiner als 90° in Verbindung bringt, sondern man kann auch das gedrehte Bündel (das Garn) auf denselben Zylinder aufwickeln, wenn man seine Neigung dazu auf 90° vergrössert.

Wird ein Faden unter einem Neigungswinkel $\alpha < 90°$ auf eine Stelle des drehenden Zylinders S geführt, so muss sich derselbe auf dem letzteren nach dem Steigungswinkel $90° - \alpha$ schraubenförmig aufwickeln, also je nach der Grösse α nach mehr oder weniger Windungen an die Spitze a gelangen. Zieht man dann den aufgewickelten Faden F, Fig. 418 II., in der Achsenrichtung von dem stillgestellten Zylinder S ab, so muss derselbe nunmehr einen Draht annehmen, der dieselbe Anzahl Drehungen besitzt, wie die Anzahl der abgezogenen Windungen beträgt. Demnach kann man den Draht auch dadurch erzeugen, dass man erst ein Stück des Faserbündels S aufwickelt und dann abzieht. Geschieht dabei das Abziehen in der Richtung der Achse, so werden sämmtliche Windungen abgezogen; geschieht dahingegen das Abziehen in einer schrägen Richtung, Fig. 418 I., so ist leicht einzusehen, dass dasselbe nur bei einer bestimmten Grösse des Winkels α möglich ist, denn die Zugkraft K zerlegt sich in $P = K \sin \alpha$ und in $N = K \cos \alpha$, wovon N auf S einen Reibungswiderstand fN erzeugt, wenn f der Reibungskoeffizient ist. Demnach ist Gleichgewicht vorhanden, wenn $P = fN$ oder $K \sin \alpha = K \cos \alpha f$, also wenn $f = \operatorname{tg} \alpha$ oder also, wenn α mindestens gleich dem Reibungswinkel ist. Ist aber α kleiner als der Reibungswinkel, kann demnach der Faden nicht abgleiten, so muss er sich aufwickeln, als würde er unter 90° Neigung gegen die Achse geführt. Nun wickelt er sich aber in Schraubenlinien auf bis zum Ende a des Zylinders S. Hier angelangt muss er sodann um eine Windung abrutschen, selbst eine Drehung erhalten und in die Lage b zurückkehren, um nun von Neuem sich um eine Windung aufzuwinden, abzurutschen und eine zweite Drehung zu erhalten und so fort: so dass nach n Umdrehungen des Werkzeugs S der Faden n mal um eine Windung aufgewickelt, abgerutscht und gedreht ist. In diesem Vorgange ist ein Mittel erhalten, um den zu drehenden Faden während des Spinnens mit der Spitze des Drehwerkzeuges gewissermassen ohne besondere Befestigungsmittel zu verbinden. Durch diese Möglichkeit gewinnt aber deshalb das in Rede stehende Drehwerkzeug so an Bedeutung, dass es für den unterbrochenen Spinnprozess (wozu es, wie leicht zu erkennen, allein geeignet ist), fast ausschliesslich Verwendung findet. — Es führt dann den Namen Spindel (Fuseau, Broche, *Spindle*) und besteht, Fig. 417, S. 578, aus einem schlank konischen, etwa 350 bis 380 mm. langen, an der dicksten Stelle 7—8 mm. dicken Stäbchen aus Stahl oder Eisen, welches fast vertikal stehend, mit der unteren Spitze in einem kleinen Spurlager n (Spindelnäpfchen, *Step*) und etwas höher in einem entsprechenden Halslager l gehalten und gewöhnlich mittelst einer Schnur, die um eine Schnurrolle r (Schnurwirtel, Wirtel, Nois, *Wharve*) läuft, mitunter auch durch Kegel- oder Hyperbelräder in Umdrehung versetzt wird. — Das in früheren Zeiten allein in Anwendung stehende Spinnwerkzeug war die eben dargestellte Spindel, welche auf Holz angefertigt mit der rechten Hand in Umdrehung gesetzt wurde (Handspindel) und während des Drehens allmählich ein mit der linken, das Streckwerk der Spinnmaschine vertretenden Hand ausgezogenes Faserbündel zugeführt erhielt, das an der

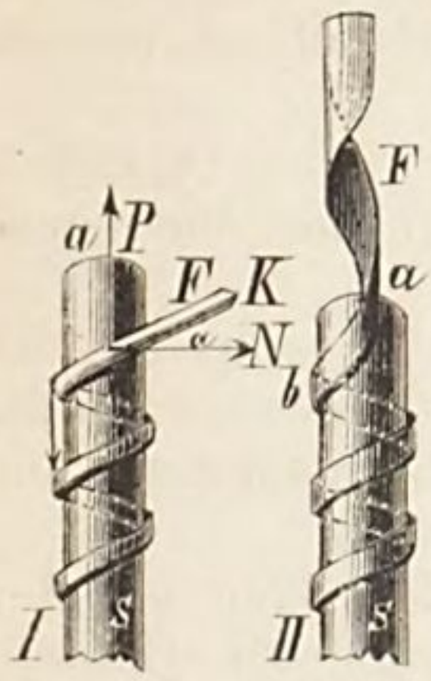


Fig. 418.

Spitze durch eine Schlinge damit verbunden war. Zur Verlängerung der Wirkungsdauer befand sich an der Stelle, wo nach Fig. 417 der Wirtel sitzt, eine Schwungmasse aus Zinn oder Blei angebracht, unter welcher zuletzt das fertige Gespinnst aufgewickelt wurde. —

Um die Spindel funktioniren zu lassen ist erforderlich,

1) dass eine entsprechende Länge a A, Fig. 417, S. 578, des zu drehenden Bandes vor der Spindel, also zwischen Zuführapparat A und Spindelspitze a ausgespannt ist,

2) dass die Spindel S nach Massgabe des zu ertheilenden Drahtes in Umdrehung versetzt wird,

3) dass das gedrehte Garn zum Zweck der Aufwickelung nahezu rechtwinklig gegen die Spindel geführt wird,

4) dass, um die Aufwickelung zu ermöglichen, die Punkte A und a (Streckwerk und Spindel) um die aufzuwickelnde Länge einander entgegengeführt werden.

Demnach besitzt auch die machinale Vorrichtung, die Spinnmaschine mit einfacher Spindel und für den unterbrochenen Spinnprozess vier Hauptorgane, die neben ihren Funktionen, zunächst hier getrennt betrachtet werden mögen.

Um bei der Spinnmaschine mit einfacher Spindel das Band mit der erforderlichen Spannung vor die Spindel zu bringen und dann zu erhalten, ist es nicht thunlich, während des Aufwickelns des vorher fertig gedrehten Stückes einfach ein eben so langes Stück aus dem hinter A aufbewahrten Vorrath nachzuschieben oder durch das Aufwickeln nachzuziehen, weil sich dabei der Draht des gedrehten Theiles a sofort auf den nachfolgenden ungedrehten Theil mit übertragen und also von ersterem wieder theilweise verschwinden würde. Es ist vielmehr erforderlich, das gedrehte Stück so lange bei A fest zu halten, bis das Aufwickeln sich vollzogen hat. Letzteres kann in zweierlei Weise stattfinden. Entweder durch Anbringung eines besonderen Organes, welches das fertig gedrehte Stück unmittelbar vor A fasst, sodann mit demselben sich nach der Spindel bewegt (während durch A ein neues Stück nachfolgt), es darauf loslässt und nach A zurückkehrt, um nach jedesmaliger stattgehabter Drehung eines neuen Stückes

Fig. 419.

diese Bewegung zu wiederholen; oder durch eine Einrichtung, welche es ermöglicht, dass die beiden Punkte a und A sich während des Aufwickelns nähern. Da nur in diesem letzteren Falle die Möglichkeit vorliegt, das allmählich aus A austretende Band sofort beim Austritt schon mit Draht zu versehen, so ist derselbe der allgemein übliche. — Ebenso ist es ausschliesslich gebräuchlich, die Spindel S dem Apparat A entgegen zu bewegen und letzteren fest anzubringen. Zu dem Zwecke befindet sich die

Spindel in einer grossen Anzahl (120 bis 1500) auf einem transportabelen Rahmen oder Gestell W, Fig. 419, welches von vier auf Schienen s s laufenden Rädern R getragen und in dieser Zusammensetzung der Wagen (Spindelwagen, Chariot, *Carriage*) genannt wird.

Mit wenig Ausnahmen besteht der Speiseapparat A aus Zylindern, welche durch Drehung das Material hergeben, gewöhnlich auch zu mehreren Paaren vereinigt, zugleich ein Streckwerk bilden. In beiden Fällen kann der Speiseapparat nur periodisch thätig sein, d. h. es müssen die Speisewalzen still stehen und das Garn fest einklemmen, während der Wagen diejenige Bewegung ausführt, welche ihn A zuführt und Einfahren (Einwinden, Rentrée, *Putting, Running-in, Going in*) heisst. — In Thätigkeit dahingegen müssen sie sein, wenn der Wagen sich von A entfernt; diese Bewegung nennt man das Ausfahren (Herausspinnen, Sortie, *Drawing out*). — Nicht nur um Zeit zu gewinnen, sondern auch um die Gleichmässigkeit und Festigkeit des Gespinnstes zu erhöhen, findet bereits während des Ausfahrens die Drahtgebung Statt, indem die Spindeln S eine Drehbewegung erhalten vermittelst einer Schnur u, welche von der drehenden Trommel t ausgeht und um den Wirtel r läuft. Hat der Wagen das Ausfahren vollendet, also eine bestimmte Länge (Auszug, Course, Aiguillée, *Draw stretch*) Garn aus dem Speiseapparat hervorgezogen und gedreht, so befindet sich ein Stück des gedrehten Garnes auf der oberen Hälfte der Spindel zwischen c und a derselben zulaufend und muss zum Zwecke des Aufwickelns rechtwinklig gegen die Spindelachse geleitet werden. Um dies mit der erforderlichen Genauigkeit auszuführen, sind zunächst die auf den Spindeln liegenden Garn-Windungen durch Rückdrehen der Spindeln abzuwickeln (Abschlagen, Détournage, Dépointage, *Backing-off*). Hierbei würde der vorher ausgespannte Faden aber schlaff werden und dadurch Knoten bekommen, wenn derselbe nicht in dem Verhältniss der Abwickelung stetig von Neuem angespannt würde. Demnach muss die Vorrichtung zum Aufwickeln ausser demjenigen Apparat, der die Spindeln dreht, aus zwei Organen bestehen, aus einem, welches den Faden nach dem Abschlagen in der nahezu rechtwinkligen Lage zur Spindel hält und dem zweiten, welches für die Vermeidung des Schlaffwerdens sorgt. Beide werden in sehr einfacher Weise aus Drähten w und g gebildet, welche über und unter der ganzen Fadenreihe liegen und eine solche Bewegung bekommen, dass sich der Draht w während des Abschlagens senkt und allmählich in die Lage w_1 geräth, während der Draht g auf- und absteigt, um allmählich die Lage g_1 einzunehmen, in Folge dessen der Faden eine zickzackartige Gestalt $c w_1 g_1 A$ erhält. Da der Draht w hauptsächlich zum Zwecke des Aufwindens dient, so wird er der Winder (Aufwinder, Aufwinddraht, Einwinddraht, Aufschlagdraht, Baquette, Envoudoir, *Faller wire, Copping wire, Guide wire, Building wire, Upper wire, Frontfaller*) genannt, während der die Spannung sichernde Draht g der Gegenwinder (Contre-baguette, *Counter faller*) heisst.

Aus dem Vorhergehenden ist vor Allem ersichtlich, dass der ganze unterbrochene Spinnprozess sich in verschiedene Perioden zerlegen lässt, während welcher abwechselnd die angegebenen Organe in und ausser Funktion treten und dass zwischen den thätigen Organen bestimmte Bewegungs- und Geschwindigkeits-Abhängigkeiten vorhanden sind, die einer näheren Untersuchung unterworfen werden müssen.

1) Abhängigkeit zwischen den Bewegungen der Arbeitsorgane während des Ausfahrens des Wagens.

Während dieser ersten Arbeitsperiode sind in Thätigkeit der Speiseapparat (oder das Streckwerk), der Wagen und die Spindeln. — Wenn

sich die Speisewalzen mit konstanter Peripherie-Geschwindigkeit c drehen und Faden liefern, so hängt die Geschwindigkeit v des Wagens bei der gegebenen Drehungszahl u der Spindeln ausser von der Geschwindigkeit c wesentlich ab von der Grösse der Streckung, welche das Garn erfahren soll. Wird z. B. bei einem Auszuge von der Länge s durch die Spindelumdrehungen u eine Verkürzung λ hervorgebracht, ohne dass die letztere in der Absicht liegt, so muss gleichzeitig durch vergrösserte Geschwindigkeit des Wagens eine Streckung λ erzeugt werden. Die Wagengeschwindigkeit ist dann

$$v = \frac{s}{t},$$

wenn t die zum Ausfahren gebrauchte Zeit ist.

Wird dahingegen eine bedeutende Streckung l (Zug, Wagenzug, Tirage du chariot, *Draw*, *Gain*) gewünscht, so muss stattfinden

$$v = \frac{s + l}{t}.$$

Da hierbei die Geschwindigkeit der Speisewalzen bestimmt wird durch

$$c = \frac{s}{t},$$

so ist im ersten Falle $v = c$,

im zweiten Falle $v = c + \frac{l}{t}$.

Soll die Verkürzung λ dagegen beibehalten werden, so wird

$$v = \frac{s - \lambda}{t} = c - \frac{\lambda}{t}$$

und soll endlich eine weitere Verkürzung l eintreten, so wird

$$v = \frac{s - \lambda - l}{t} = c - \left(\frac{\lambda + l}{t}\right).$$

Da das Verhältniss zwischen den Geschwindigkeiten c, v und u sich nicht ändern darf, so werden diese sämmtlich gleichförmig, wenn c gleichförmig ist und da mit dem Ausfahren des Wagens eine Thätigkeitsperiode abgeschlossen wird, so finden also während dieser Periode die drei Bewegungen mit gleichförmiger Geschwindigkeit Statt.

Diese Arbeitsperiode endigt damit, dass der Speiseapparat, der Wagen und die Spindeln zum Stillstand gebracht werden (Ausschliessen des Wagens), wobei nicht immer sämmtliche Bewegungen gleichzeitig aufhören, sondern wobei sehr häufig aus praktischen Gründen die Spindeln sich noch eine kurze Zeit drehen, um den Draht zu vermehren (Nachdrehen, Dareindrehen, Nachdraht geben, Surfilage, Torsion supplémentaire, *Head twist*), was in denjenigen Fällen für nothwendig erachtet wird, wo das Garn eine starke Drehung erhalten soll. Das Nachdrehen kann dann als zweite Arbeitsperiode bezeichnet werden.

2) Abhängigkeit der Bewegungen der Arbeitsorgane während des Abschlagens.

Bei Beginn der dritten Periode stehen die oben genannten Organe sämmtlich still. Während derselben erhalten die Spindeln soviel Drehungen rückwärts als erforderlich ist, um die bis zur Spitze laufenden Windungen abzuwickeln. Sowie diese Rückdrehung beginnt, senkt sich der Aufwinder und hebt sich der Gegenwinder, beide in solchem Verhältniss, dass die Spannung im Faden sich weder vergrössert noch verkleinert.

3) Abhängigkeit der Bewegungen der Arbeitsorgane während des Einfahrens.

Während der letzten vierten Arbeitsperiode (Einfahren) eines Auszuges sind in Thätigkeit: der Wagen, die Spindeln zum Aufwickeln der Aufwinder, um den Faden auf die verschiedenen Stellen der Spindeln zu führen und der Gegenwinder zur Regulirung der Spannung.

Die sämmtlichen Bewegungen müssen so geregelt sein, dass der Faden nur soviel und nicht mehr Spannung erhält, als zur Verhinderung von Schleifen- und Knotenbildung erforderlich ist. Daraus folgt zunächst, dass die Geschwindigkeit des Wagens stets genau derjenigen gleich sein muss, mit welcher das Garn von der Spindel aufgewickelt wird. Diese Geschwindigkeit hängt innig zusammen mit der Gestalt des Garnkörpers, der sich durch das Aufwickeln auf der Spindel bildet und die wieder bedingt wird durch die Ansprüche, welche an diesen Körper, der den Namen Kötzer (Spindel, Bobine, Fuseau, Cannette, *Cop*) führt, gemacht werden.

Es sind namentlich zwei Eigenschaften, welche dieser Kötzer besitzen soll: erstens muss das denselben bildende Garn sich leicht und regelmässig, ohne in Verwirrung zu gerathen oder Schleifen zu schlagen und auch ohne abzureissen, wieder abwickeln lassen und zweitens ist es erwünscht, den Faden möglichst dicht aufzuwickeln, damit möglichst viel Garn in den Kötzern enthalten ist, um dadurch das zu häufige, jedesmal einen Stillstand der Maschine fordernde Abnehmen zu vermeiden.

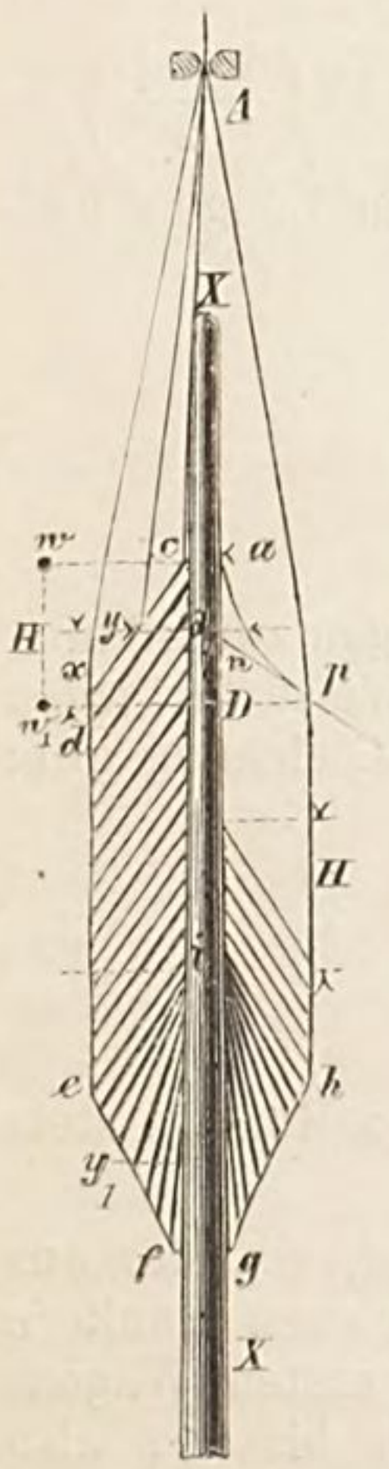


Fig. 420.

Die Verwendung der Kötzer verlangt grösstentheils ein Abwickeln oder ein Abziehen des Fadens in der Achsenrichtung des Kötzers, indem der Faden bei A, Fig. 420, durch eine Oese etc. geleitet wird. Die Richtung dieses Fadens wird bestimmt durch den festen Punkt A und durch den Punkt an der Kötzeroberfläche, an welchem die augenblickliche Abnahme geschieht. Damit nun weder ein Schlaffwerden, also ein zu schnelles Abrutschen des Fadens, noch ein zum Abreissen führendes Festhalten eintritt, kann der Neigungswinkel, den der Faden beim Abziehen gegen den Garnkörper einnimmt, erfahrungsmässig 5 bis 15° betragen. Um diesen Winkel konstant zu erhalten, müsste, unter der Voraussetzung, dass die Garnwindungen schraubenförmig aufgewickelt sind, der zurückbleibende Garnkörper eine Rotationsfläche als Begrenzung besitzen, deren Erzeugende eine logarithmische Spirale ist, weil bei dieser Kurve ap die Linie ap als Radiusrektor mit der Tangente pn an jeder Stelle einen konstanten Winkel einschliesst. Wegen der zulässigen Veränderung dieses Winkels zwischen 5 bis 15° genügt aber in diesem Falle eine grade Linie und dadurch wird die Begrenzungsfläche eine Kegelfläche cd. Es ist demnach erforderlich und ausreichend, den Aufwindeprozess so zu leiten, dass ein Garnkörper gewonnen wird, welcher aus über einander geschobenen kongruenten Hohl-Kegeln gebildet ist, deren Wand eine Fadenlage ausmacht. Der Kötzer besteht daher, weil auch das zweite Ende kegelförmig ist, der Gestalt nach, Fig. 420, aus einem Zylinder dehp mit zwei kegelförmigen Ansätzen cdap und efgh. Um diesen Körper

zu erzeugen, wird zuerst ein sogenannter Ansatz efghi gebildet, welcher im Innern aus einer um die Spindel gewickelten Garnlage besteht, um die sich dann durch allmähliches Aufsteigen des Anlegepunktes Kegel herumlegen, die von dem Augenblicke an, wo der Durchmesser eh erreicht ist, kongruent bleibend, nach oben zu sich auf einander legen.

Da nun jeder dieser Kegel während einer Aufwindungsperiode entstehen muss, so folgt daraus, dass zur Bildung eines solchen das Garn sich in Schraubenlinien um den vorher entstandenen herum zu legen hat, was während der nieder- und aufsteigenden Bewegung des Aufwinders geschieht und zwar gewöhnlich in der Vertheilung, dass $^1/_3$ der Fadenlänge in 1 bis 2 Windungen beim Niedergange und $^2/_3$ derselben in 2 bis 4 Windungen beim Aufgange aufgewickelt wird. Unter der Annahme nun, dass während einer Aufwindeperiode die Spindeln sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit drehen, ist die Wagen-Geschwindigkeit leicht zu bestimmen. Bezeichnet man zu dem Zwecke den kleinen Durchmesser des Kötzers ac mit d und den grossen dp mit D, so ist bei u Umdrehungen der Spindeln pro Minute die Anfangsgeschwindigkeit des Wagens $c_1 = \frac{d\,\pi\,u}{60}$ und die grössere Geschwindigkeit desselben $c_2 = \frac{D\,\pi\,u}{60}$, wenn $^1/_3$ der Länge (Wagenwegs) s aufgewickelt ist; darauf muss dann während des Aufsteigens des Winders c_2 wieder in c_1 übergehen. Indem nun bei der Kegelform der Garnschicht der Zuwachs von d konstant ist, so ist während des ersten Drittels der Wagenbewegung eine gleichförmige Beschleunigung und während des Restes ($^2/_3$) eine gleichförmige Verzögerung derselben nothwendig.

Da die mittlere Länge einer Windung um den Kegel gleich ist $\left(\frac{d+D}{2}\right)\pi$,

so muss, wenn n Windungen erforderlich sind, um die ganze Länge s aufzuwickeln, die Beziehung stattfinden

$$s = n\left(\frac{d+D}{2}\right)\pi,$$

woraus sich weiter ergiebt $$n = \frac{2\,s}{(d+D)\,\pi},$$

als die Gleichung für die Bestimmung der Zahl von Windungen zur Bildung einer Schicht. Diese Beziehung lässt sich in ähnlicher Weise für jeden beliebigen Wegtheil z des Wagens ermitteln, indem für z die Gleichung gilt:

$$z = n_1\left(\frac{d+d_1}{2}\right)\pi,$$

also $$n_1 = \frac{2\,z}{(d+d_1)\,\pi}$$

und daraus folgt, dass die Winkelgeschwindigkeit des Kötzers stets der Wagengeschwindigkeit direkt proportional ist.

Wenn der Aufwinder in eine Stellung w gekommen ist, von der aus der Faden wc rechtwinklig zur Achse xx und auf den höchsten Punkt c des Kötzers geführt wird, so muss derselbe, während der ersten Wagenbewegungsperiode (mit zunehmender Geschwindigkeit) sich bis w_1, also um den Weg $H = w\,w_1$ senken, um sich dann sofort während der letzten Wagenbewegungsperiode (mit abnehmender Geschwindigkeit), um denselben Betrag zu heben. Die Stellung des Aufwinders nach einem bestimmten Wagenwege, also bei einer bestimmten Stellung des Wagens lässt sich

ebenfalls leicht ermitteln, durch denjenigen Durchmesser d_1, an welchem augenblicklich die Aufwickelung stattfindet, denn es ist:

$$d_1 = D - \frac{D - d}{H} x \text{ und daher } x = H \cdot \frac{D - d_1}{D - d},$$

wenn x die Höhe über dem tiefsten Punkt w_1 des Aufwinders bedeutet.

Die kongruenten Kegelschichten, welche sämmtlich auf gleiche Art gebildet werden, wenn man von den geringen Durchmesseränderungen der Spindel absieht, beginnen aber erst bei ei, also nachdem der Ansatz eihgf erzeugt ist. Jede Schicht im Ansatz enthält aber ebenfalls eine Fadenlänge s, und auch hier muss die Wagengeschwindigkeit in jedem Augenblicke der Peripheriegeschwindigkeit des Aufwickelpunktes gleich sein. Damit diese Gleichheit möglich wird, kann die Wagenbewegung so erfolgen, dass sie Anfangs mit sehr geringer Geschwindigkeit (= der Spindelperipherie-Geschwindigkeit $\frac{d \pi u}{60}$) stattfindet und erst allmählich zu der oben angegebenen Maximalgeschwindigkeit übergeht, wobei natürlich für jede Schicht bei ei ein anderes Verhältniss eintritt. Bei dieser Anordnung würde aber der Aufwickelprozess sehr viel Zeit in Anspruch nehmen, weshalb allgemein ein anderes Prinzip durchgeführt ist, dasselbe besteht darin, den für die Bildung der kongruenten Schichten gewählten Wagengeschwindigkeiten entsprechend die Spindelgeschwindigkeit zu ändern und also den Spindeln beim Aufwickeln der ersten Schicht fig eine grosse Winkelgeschwindigkeit zu ertheilen und diese nun allmählich der Zunahme der Kötzerdurchmesser proportional zu verkleinern, bis sie die oben angebene fast konstante Normal-Geschwindigkeit angenommen hat. Wenn man die Geschwindigkeit des Wagens am Anfang mit c_1 und im Maximum mit c_2 bezeichnet, so erhält man z. B. für die Schicht y_1, wenn das Aufwickeln an einem Punkte stattfindet, an dem d = Spindeldurchmesser ist:

$$c_1 = \frac{d \pi u_1}{60}, \text{ also } u_1 = \frac{c_1 60}{d \pi}. = \text{Spindelumdrehungen pro Sekunde}$$

und für das Aufwickeln bei y_1 (= dem Kötzerradius)

$$c_2 = \frac{2 y_1 \pi u_2}{60}, \text{ also } u_2 = \frac{c_2 30}{y_1 \pi},$$

so dass sich die Umdrehzahlen der Spindeln während der Bildung des Ansatzes hieraus leicht bestimmen lassen.

Desgleichen ist zu erkennen, dass der Aufwinder, — welcher zur Bildung der oberen kongruenten Schichten für jede Schicht denselben Bewegungsgesetzen, nur stets in einer etwas höheren Lage, folgt, — bei der Erzeugung des Ansatzes anderen aber ähnlichen Gesetzen zu unterwerfen ist, weil die Schichthöhe, in der Achse gemessen, allmählich bis auf H abnimmt und weil an den Stellen der kleineren Aufwickelgeschwindigkeit ein Fortrücken des Winders auch langsamer stattfinden muss.

Am Schlusse der letzten (4.) Periode wird sodann unmittelbar vor dem Speiseapparat der Wagen zum Stillstand gebracht und zur Vorbereitung für einen neuen Auszug der Aufwinder und Gegenwinder in die ursprüngliche Stellung zurückgehoben, wobei sich dann das Garnstück, welches zwischen Winder und Gegenwinder ausgespannt ist und Reserve genannt wird, wieder in steilen Windungen bis an die Spindelspitze aufwickelt (Aufschlagen). Diese Vorbereitung zu einem neuen Auszuge mag endlich als fünfte Periode gelten.

Die machinalen Einrichtungen, welche dazu erfunden sind, die oben dargestellten Bewegungen auszuführen, haben zunächst nach der Art des Speiseapparates verschiedene Benennungen erhalten. Dieser kann nämlich bestehen: erstens in einer Art Zange, welche aus zwei prismatischen Stäben gebildet wird, die während des Ausfahrens von einander stehen und den Faden frei durchlassen, sodann aber sich nähern und denselben festklemmen (Presse, Pince, *Clasp*). Zweitens aus einem Paar Walzen (Zylinder, Vorziehwalzen), welche wie die Speisewalzen sich während des Ausfahrens drehen und Garn hergeben, bei Beginn der zweiten Arbeitsperiode aber zum Stillstand gebracht werden und dann das Garn durch die belastete Oberwalze festhalten. Endlich drittens aus einem Streckwerk.

Die Spinnmaschine mit einfacher Spindel und Presse heisst Jenny-Maschine.

Die Spinnmaschine mit einfacher Spindel und Vorziehwalzen heisst Zylinder-Maschine.

Die Spinnmaschine mit einfacher Spindel und Streckwerk heisst Mule-Maschine.

Da bei der Jenny-Maschine (Jenny, *Jenny*) eine Streckung des Garnes während des Ausfahrens unmöglich ist, weil die Presse dasselbe nicht festhält und aus diesem Grunde keine Ausgleichung der Ungleichmässigkeiten erzielt werden kann, so ist diese älteste Maschine nicht mehr in Gebrauch.

Die Zylinder-Maschine lässt zwar die Streckung und Ausgleichung des Fadens zu, weil man durch Belastung der Oberwalzen und eine Peripheriegeschwindigkeit der Walzen, welche kleiner als die Wagengeschwindigkeit ist, einen Verzug hervorbringen kann. Dennoch ist sie nur geringer Verwendung fähig.

Die Mule-Maschine (Mull jenny, *Mule*, *Mule-jenny*) dahingegen findet, weil sie neben der Streckung beim Ausfahren auch eine beliebige Vorstreckung gestattet, die ausgedehnteste Anwendung. Weil der wesentliche Unterschied zwischen der Zylinder- und Mule-Maschine nur im Speiseapparat liegt, so mag es hier genügen, die Mule-Maschine allein noch eingehender zu betrachten und zwar in derjenigen Ausführung, bei welcher sämmtliche Funktionen selbstthätig von der Maschine erfolgen, die deshalb den Namen selbstspinnende Mule-Maschine, Selfaktor (Métier selfacting, M. automate, Mull jenny renvideur, Renvideur mécanique, *Selfacting mule*, *Selfactor*) führt, da diejenigen Maschinen dieser Art, bei welchen einige Bewegungen durch die Hand ausgeführt werden (Hand-Mule, Mull jenny à bras, *Hand mule*) immer mehr und mehr durch die ersteren verdrängt werden. —

Zwischen dem Selfaktor und der Handmule giebt es noch einen Halbselfaktor, bei dem gewöhnlich nur während des Einfahrens der Aufwindeprozess, also Bewegung der Spindeln zum Abschlagen und Aufwinden,

---

1) E. Stamm, Theoretische und praktische Studien über den Selfaktor. A. d. Französisch. von E. Hartig, Leipzig 1862. — C. H. Schmidt, der Bewegungsmechanismus des Parr-Curtis-Selfaktors, Stuttgart 1865. — Grothe, Techn. der Gespinnstfasern, Bd. 1. S. 601. — Kick und Rusch, Beiträge, S. 37. — Publ. ind., V. 9. S. 150; V. 18. S. 247. — Civil-Ing., 1875. S. 186. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 216. — Prackt. Masch. Constr., 1869. 9. 162. — Polyt. Zeit., 1875. S. 97. — Polyt. Centr., 1847. S. 791; 1851. S. 262; 1854. S. 1355; 1857. S. 704 u. 1415; 1859. S. 431 u. 486; 1860. S. 1516; 1861. S. 97; 1862. S. 9, 1121 u. 1480; 1863. S. 775; 1864. S. 38 u. 1041; 1865. S. 510 u. 852; 1872. S. 437, 641; 1055 u. 1128. — Dingler's Journ., Bd. 85. S. 248; Bd. 146. S. 410; Bd. 154. S. 352; Bd. [illegible]. S. 263.

sowie des Aufwinders und des Gegenwinders von der Arbeiterhand geleitet wird.

Die Konstruktionen des Selfaktors sind namentlich bezüglich der einzelnen Theile ausserordentlich mannigfaltig und mitunter auch ziemlich abweichend, im Ganzen jedoch derart, dass die Darstellung eines Typus zum Verständniss derselben genügt, wenn diejenigen Mechanismen, welche während der einzelnen Perioden in Thätigkeit sind, der Reihe nach untersucht werden.

Erste Periode. Hierzu Fig. 421.

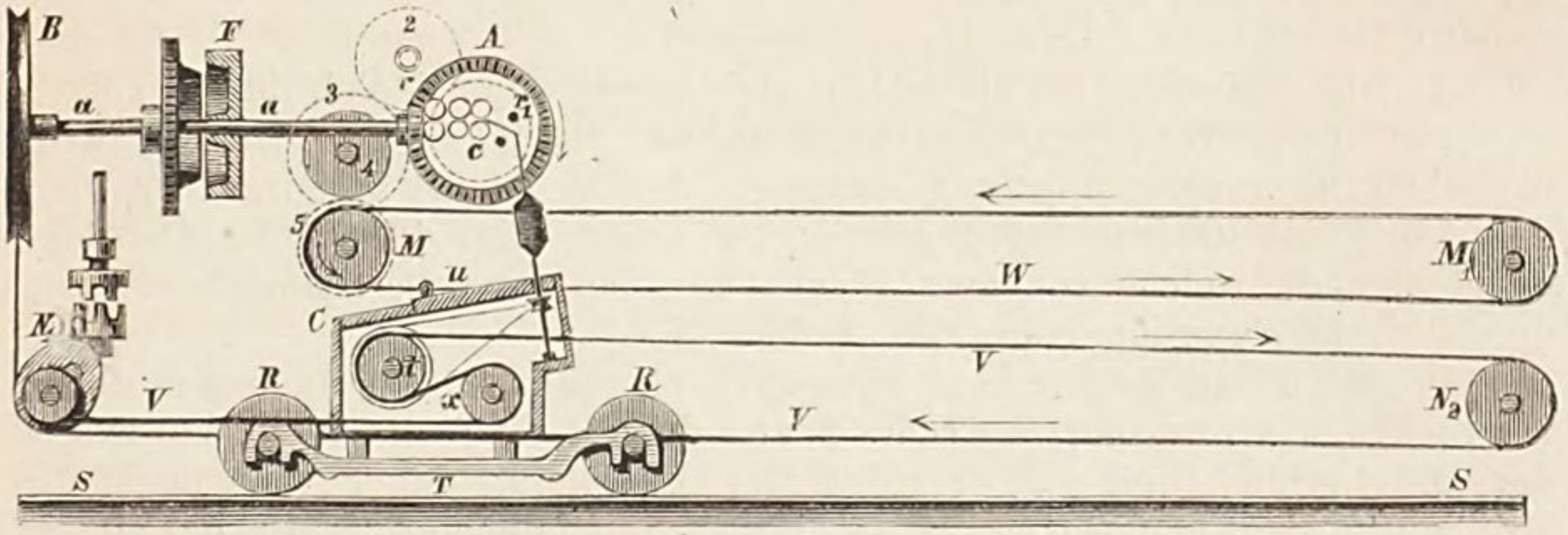


Fig. 421.

1) Das Streckwerk liefert gleichförmige Fäden.
2) Der Wagen fährt aus.
3) Die Spindeln drehen sich und geben dem Faden Draht.

Um das aus 3 Walzenpaaren bestehende Streckwerk bei A in Bewegung zu setzen, dient zunächst die Welle a, welche in einem besonderen Gestell gelagert, umgetrieben wird von der Riemscheibe F, die mit a fest verbunden ist. Auf derselben Welle sitzt ein Kegelrad r, welches in das Kegelrad r_1 eingreift, das festgekeilt ist auf einer Welle, die als Verlängerung der Achse des unteren Streckzylinders c betrachtet werden kann und durch eine lose Kuppelung damit vorübergehend in Verbindung gebracht wird. — Damit die Bewegung des Wagens und der Spindeln in dem angenommenen Verhältniss zu dem Streckwerk bleibt, so geht diese ebenfalls von der Welle a beziehungsweise c aus.

Der Wagen C, welcher je nach der Zahl der Spindeln mehr oder weniger (20 m. und mehr) lang ist, und aus einem schief viereckigen, mit Holz verschalten Eisenrahmwerk besteht, ruht mittelst Träger T auf zwei und mehr Laufräderpaaren R, die auf eisernen Schienen S laufen. Bei u ist mit dem Wagen eine Schnur W (Wagenschnur) befestigt, welche über die Schnurscheiben M (Mantausendscheibe, Main-douce, *Menduza pulley*) und M_1 herumläuft und von M aus in der Richtung des Pfeiles gezogen wird, wodurch sie demnach die Wagenbewegung vom Streckwerk ab hervorbringt. Die Rotation der Mantausendscheibe M erfolgt sodann von der Welle des Kegelrades r_1 aus, durch die Transporteurräder 1, 2, 3, 4, 5, wovon 5 mit M fest verbunden ist.

Die Spindeln, wovon 120 bis 1500 in einer Maschine vorhanden sind, stehen um etwa 18° geneigt, mit dem oberen Theile über nnd mit dem unteren Theile unter dem Wagendeckel, in diesem durch kleine Halslager und unten in Pfännchen gehalten. Sie werden vermittelst Wirtel und Schnur von einer Trommel t in Drehung versetzt, welche gewöhnlich aus Blech hergestellt, durch die ganze Länge des Wagens geht und auf deren Achse eine Schnurroll[illegible] sitzt, zur Aufnahme der Trommelschnur V,

welche die Trommel t umtreibt. Zu dem Zwecke wird diese Schnur V über t und x nach der an den äussersten Enden der Maschine sitzenden Leitrollen N_1 und N_2 und sodann über den grossen Schnurwirtel B geführt, welcher auf der Achse a festsitzt und daher direkt von der Riemscheibe F die Drehung empfängt. Auf welche Weise diese Schnur ohne Ende von der Trommel t nach links abgeführt wird und wie die Spindeln wieder von t die Drehung erhalten, geht aus der Figur ohne Weiteres hervor.

Zweite Periode.

1) Das Streckwerk steht still.
2) Der Wagen ist zur Ruhe gebracht.
3) Die Spindeln allein drehen sich weiter, um Nachdraht zu geben.

Um das Streckwerk momentan ausser Thätigkeit zu bringen, wird die oben genannte Kuppelung zwischen der Welle des Zahnrades r_1 und der Achse des unteren Streckzylinders c gelöst, Fig. 422, wozu Ausrückhebel dienen, welche von dem Wagen aus, bei einer bestimmten Stellung desselben in Funktion gebracht werden.

In demselben Augenblick wird dann ebenfalls vom Wagen aus durch Ausrücken des Transporteuerrades 2 aus dem Rade 3 die Weiterbewegung der Mantausendscheibe M verhindert. Es bleibt daher nur noch die Drehung des Schnurwirtels B, also der Spindeln übrig. In der Regel fordert diese Nachdrehung nur eine geringe Umdrehung des Schnurwirtels B, wesshalb denn auch diese Umdrehzahl regulirt wird durch einen Umdrehzähler (Zähler, Compteur), welcher aus einem Zählrad p_1 besteht, das durch eine auf a sitzende Schnecke die Drehung erhält und also bei jeder Umdrehung um einen Zahn vorgeschoben wird. Eine bestimmte Stellung des Zählrades zeigt an, dass die Nachdrehung vollendet ist.

Dritte Periode. Hierzu Fig. 422.

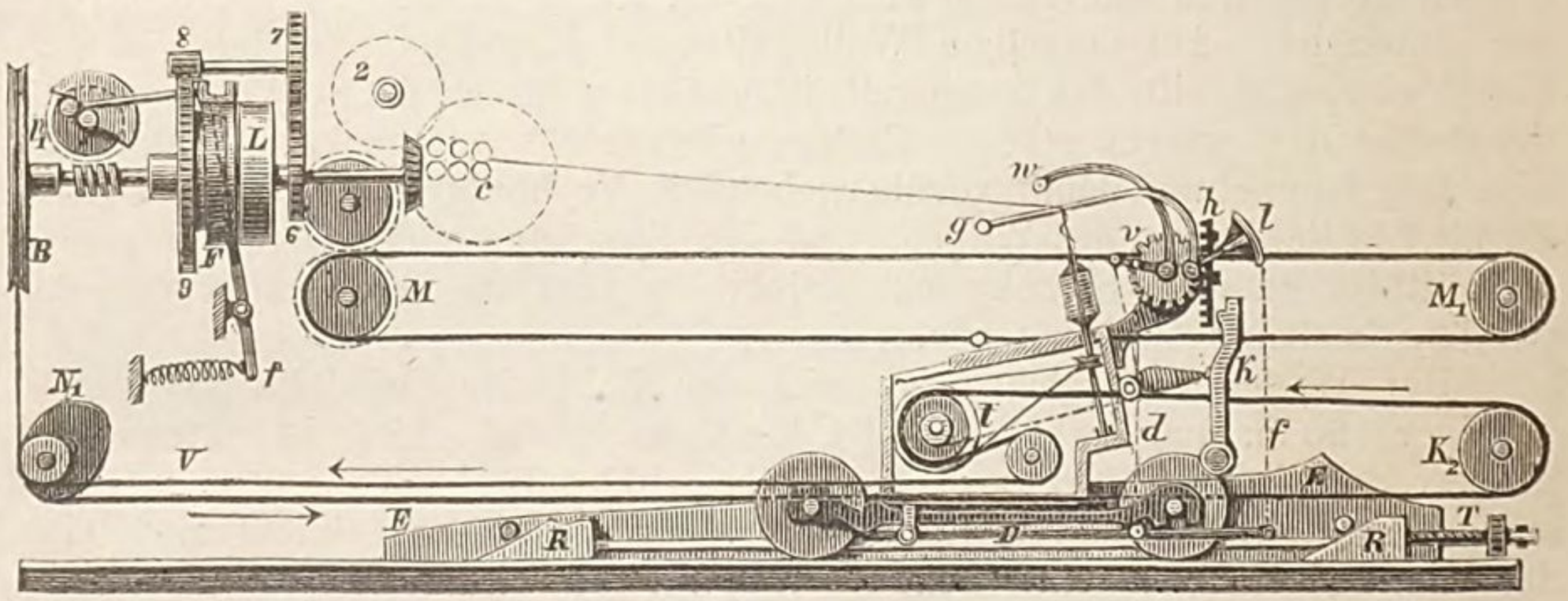


Fig. 422.

1) Das Streckwerk steht still.
2) Der Wagen ist in Ruhe.
3) Die Spindeln drehen sich zum Abschlagen um einige Touren zurück.
4) Der Aufwinder senkt sich bis zur oberen Kötzerspitze.
5) Der Gegenwinder hebt sich, um den Faden gespannt zu erhalten.

Damit die Spindeln die Rückdrehung antreten können, muss zunächst ihre Haupt-Drehung aufhören. Zu dem Zwecke wird der Betriebsriemen von der Festscheibe F auf die Scheibe L geschoben, welche lose auf der Hauptwelle a sitzt. Diese Verschiebung erfolgt mit Hilfe eines Riemenführers, der durch eine Feder f die Tendenz hat, den Riemen auf L zu rücken, an dieser Funktion aber durch eine Sperrung verhindert wird,

welche in einer halbrunden Scheibe besteht, die mit dem Zählrad p_1 verbunden ist und gegen die sich ein Stift legt, der bei einer bestimmten Stellung der Scheibe vorbei schlüpft und eine mit dem Riemenführer verbundene Stange q frei macht, so dass nunmehr die Feder f zur Wirkung und der Riemen auf die Losscheibe L gelangt. Durch diese Riemenverschiebung sind dann nicht nur die Spindeln ausser Thätigkeit gebracht, sondern es ist damit zugleich in der Scheibe L ein neues Kraftübertragungsorgan gewonnen, welches andere Bewegungen ausführt. — Zuerst wird dadurch die Spindelrückdrehung bewirkt. Die Scheibe L treibt nämlich, Fig. 422, durch vier Transporteurräder 6, 7, 8 etc., wovon 6 an L festsitzt, das Zahnrad 9 um, welches, wie Fig. 421 zeigt, einen Friktionskegel trägt, der in die Scheibe F eintreten kann. Sowie diese Friktionskuppelung eingerückt ist (was gleichzeitig mit der Riemenverschiebung geschieht), erfolgt die Rückdrehung des Schnurwirtels B, also die Bewegung der Schnur V in der Richtung des Pfeiles und somit das Losdrehen der oben auf den Spindeln sitzenden Fadenwindungen. — In diesem Augenblicke müssen auch Aufwinder w und Gegenwinder g ihre Thätigkeit beginnen. Der Aufwindedraht ist in Arme W eingespannt, welche mit den kleineren Armen v Winkelhebel bilden, die sich um eine in der Zeichnung erkennbare Achse drehen. Der Arm v ist nun mit einer Kette versehen, welche sich auf eine kleine Trommel aufwickelt, die lose auf der Achse der Trommel t sitzt und während der Rückdrehung der Spindeln mit dieser Achse gekuppelt wird. Durch das Aufwickeln dieser Kette senkt sich der Aufwindedraht bis zur oberen Kötzerspitze. — An dem Arm v hängt aber noch eine zweite Kette d, welche eine schwere unter dem Wagen drehbar befestigte Schiene D trägt, die ihrerseits wieder durch die Kette f mit einem Segment l verbunden ist, das mit dem Gegenwinderarm g ebenfalls einen Winkelhebel g1 bildet. Sowie sich jetzt die Kette d senkt, geht die Schiene D abwärts und zieht vermittelst der Kette f den Gegenwinder in die Höhe. Diese durch die Rückdrehung der Spindeln veranlasste Stellung des Winders und Gegenwinders tritt unmittelbar vor der letzten Arbeitsperiode ein und ist daher in der nachfolgenden Fig. 423 gezeichnet.

Vierte Periode. Hierzu Fig. 423.

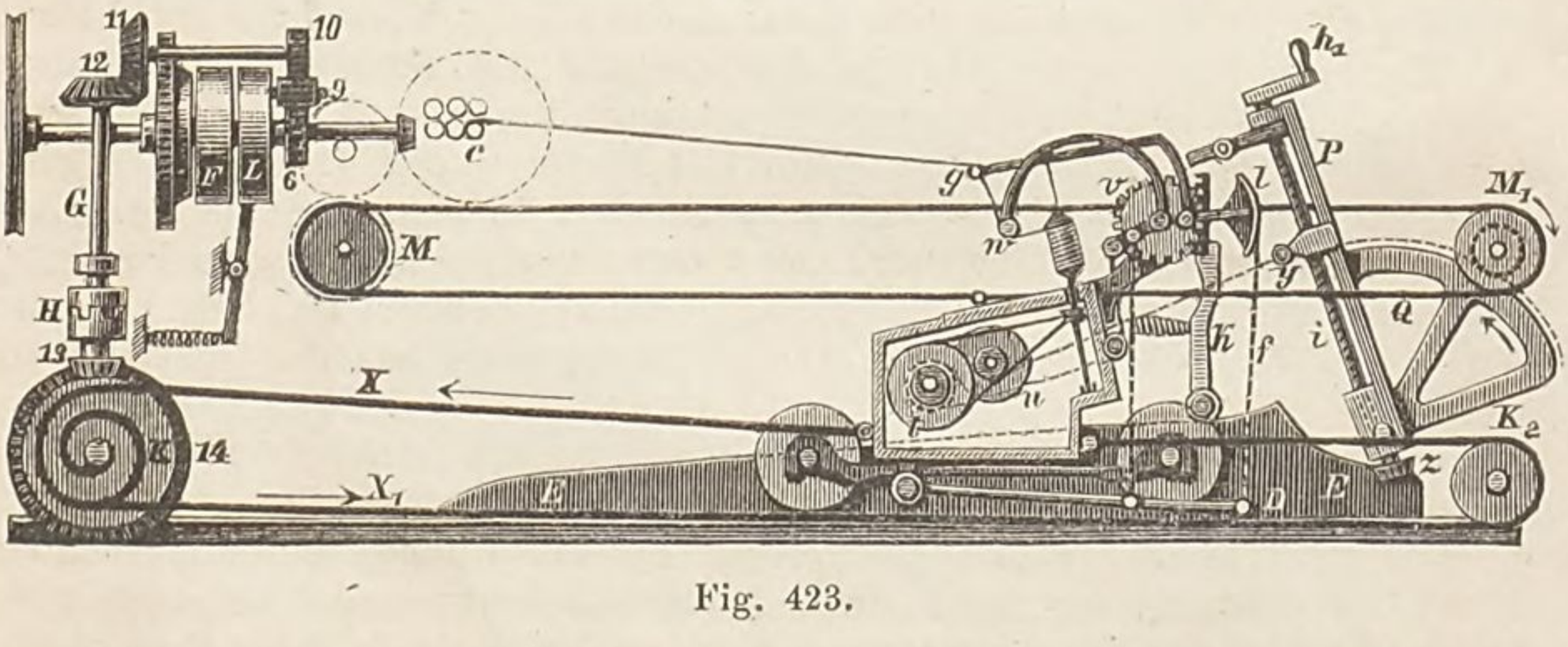


Fig. 423.

1) Das Streckwerk steht still.
2) Der Wagen fährt ein.
3) Die Spindeln drehen sich in derselben Richtung, wie beim Ausfahren.
4) Der Aufwinder bewegt sich vor dem Kötzer auf und nieder.

5) Der Gegenwinder macht ähnliche Bewegungen wie der Aufwinder zur Erhaltung der Spannung.

Das Einfahren des Wagens erfolgt, wie oben ausführlich erörtert wurde, im Anfang mit beschleunigter, dann mit verzögerter Geschwindigkeit. Um bei der gleichbleibenden Geschwindigkeit der Antriebsscheibe L diesen Wechsel in die Wagenbewegung zu bringen, genügt es, den Wagen mit einem Seil anzuziehen, das sich auf einen drehenden Kegel aufwickelt, da ja mit dem Auflaufen desselben auf einen grösseren Durchmesser des Kegels die Seilgeschwindigkeit diesem Durchmesser proportional wächst und umgekehrt abnimmt. — Zur Verhütung des Abgleitens des Seiles ist die Kegeloberfläche nur mit Furchen versehen, die schraubenförmig verlaufen. Dadurch ist die Entstehung des für das Einfahren des Wagens allgemein gebräuchlichen Organes erklärlich, welches der Hauptsache nach aus zwei mit den Grundflächen an einander stossenden Kegeln besteht, die mit schraubenartigen Furchen ausgestattet sind und daher den Namen Schnecke (Einzugsschnecke) führen. Zum weiteren Verständniss mag Fig. 424 dienen. Man erkennt leicht, dass die kleinere Kegelhälfte K für die erste, die grössere für die zweite Periode dient. Zuerst legt sich die Schnur bei der Drehung der Schnecke in die Furche 1, 2, 3, bis dieselbe auf den grössten Durchmesser zwischen 4 und 5 gelangt ist, während welcher Zeit zugleich der Aufwinder die absteigenden Windungen auf den Kötzer gelegt hat. Darauf beginnt die zweite Periode (Verzögerung), indem sich die Schnur in die abfallenden Gänge 5, 6, 7, 8, 9 einlegt.

Fig. 424.

Die ganze Schnurlänge ist natürlich gleich dem Wagenwege s. Wenn daher z. B. $\frac{1}{3}$ s auf die erste und $\frac{2}{3}$ s auf die zweite Periode kommt, so beträgt die von 1 bis zur Stelle des grössten Schnecken-Durchmessers aufgewickelte Schnurlänge $= \frac{1}{3}$ s und die von hier bis 9 aufgewickelte $= \frac{2}{3}$ s. — Um die Schnecke in Thätigkeit zu bringen, sitzt sie auf einer horizontalen Welle yy (Einzugswelle), welche von der Riemscheibe L aus bewegt wird, mittelst der Uebertragungsräder 6, 9, 10, 11, 12, wovon 12 auf der Antriebswelle G sitzt. Mit Hilfe einer lösbaren Kuppelung H und der Kegelräder 13 und 14 wird dann die Schnecke K, welche mit 14 auf der Einzugswelle festgekeit ist, in der Richtung des Pfeiles gedreht. Indem hierdurch das mit dem Wagen verbundene Einzugsseil X aufgewickelt wird, fährt der Wagen ein. — Zur Unterhaltung der richtigen Wagengeschwindigkeit ist noch eine zweite symmetrische Schnecke auf der Einzugswelle so angebracht, dass sich von dieser Schnecke genau so viel Seil X_1 abwickelt, als die eigentliche Einzugsschnecke aufwickelt. Das Seil X_1 läuft dabei um die Leitrolle K_2 dem Wagen zu, um an letzerem befestigt zu werden.

Während des Einfahrens des Wagens müssen sich die Spindeln so drehen, dass die Geschwindigkeit des Windepunktes derjenigen der augenblicklichen Wagenbewegung gleich ist. Bei der Bildung der kongruenten Kegel auf dem Kötzer kann diese Spindelumdrehungszahl konstant sein, bei der Bildung des Kötzeransatzes dahingegen muss die Zahl der Spindelumdrehungen Anfangs gross sein und sich nach und nach zu der konstanten Zahl verkleinern, wesshalb wenigstens für diesen Theil der Aufgabe eine besondere Vorrichtung für die Spindelumdrehung nothwendig ist. Dieselbe beruht bei einem Selfaktor allgemein auf folgendem Prinzip. Ist eine drehbare Walze vom Durchmesser D auf einen sich mit der Geschwindigkeit c geradlinig

bewegenden Schlitten gelegt und mit einer Schnur umwickelt, welche ausserhalb des Schlittens befestigt ist, so wickelt die Walze die Schnur mit dem Schlittenwege w ab, wesshalb die Beziehung stattfindet,

$$D\,\pi\,U = w, \text{ also } U = \frac{w}{D\,\pi},$$

wenn U die Umdrehzahl der Walze pro Zeiteinheit bezeichnet. Damit ist der S. 584 entwickelten Bewegungsbedingung Genüge geschehen, wenn unter dieser Walze die Spindeltrommel t verstanden wird, indem U direkt von w abhängt und sich in demselben Verhältnisse den Spindeln mittheilt. — Ist dahingegen die sich abwickelnde Schnur nicht an einem festen, sondern an einem beweglichen Punkte befestigt, so wird sich je nach der Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit dieses Punktes die Umdrehzahl der Walze ändern. Hat z. B. der Schlitten einen Weg w zurückgelegt und der genannte Punkt in derselben Zeit den Weg w_1 in der Richtung des Schlittens, so hat sich nur eine Schnurlänge $w - w_1$ abgewickelt und eine Umdrehzahl $U_1 = \frac{w - w_1}{D\,\pi}$ zur Folge gehabt. Hätte sich der Punkt dahingegen die Wegesstrecke w_1 der Schlittenvorrichtung entgegen bewegt, so würde sein

$$U_1 = \frac{w + w_1}{D\,\pi}.$$

Demnach findet allgemein die Gleichung Statt

$$U_1 = \frac{w \mp w_1}{D\,w}$$

und desshalb

$$\frac{U}{U_1} = \frac{w}{w \mp w_1}.$$

Mit jeder Aenderung von w_1 ändert sich also die Umdrehzahl der Trommel.

Eine Einrichtung mithin, welche die Mitbewegung des feststehenden Punktes in der Weise veranlasst, dass zugleich eine Veränderlichkeit in der Grösse der relativen Geschwindigkeit zwischen diesem Punkte und dem Schlitten herbeigeführt ist, ermöglicht die in Rede stehende Veränderung der Spindelumdrehungszahl während der Bildung des Kötzer-Ansatzes.

Bei dem Selfaktor ist diese Einrichtung in dem Quadranten mit Schraube vorhanden und auf die Beziehung $U_1 = \frac{w - w_1}{D\,\pi}$ begründet. Dieser Quadrant[1]) (Secteur, *Quadrant*) ist in seiner gewöhnlichen Anordnung in Fig. 423 mit Q bezeichnet. Er besteht aus einem gezahnten Viertelkreis, der sich um den Mittelpunkt drehen kann und nach oben in einem radialen Arm P ausläuft, in dem eine Schraube i liegt, die durch eine kleine Handkurbel h_1 gedreht werden kann. An diesem Arm lässt sich ein Gleitstück y durch die Schraube verschieben, da diese in y ihre Mutter hat. In den gezahnten Bogen greift ein Zahnrad ein, welches auf der Achse der Führungsrolle M_1 fest sitzt und sich mit dieser dreht. Da nun die um M und M_1 liegende Wagenschnur beim Einfahren des Wagens von diesem mitgezogen wird, so erhält das genannte Zahnrad und der Quadrant eine durch den einfachen Pfeil angedeutete Drehung, wodurch jeder Punkt des Quadranten-Armes eine dem Wagen nachfolgende Bewegung ausführt. An dem Gleitstück y ist ferner eine Kette befestigt,

1) Kick und Rusch, Beiträge, S. 39. — Polyt. Centr., 1868. S. 145; 1872. S. 1522.

welche bei n auf eine im Wagen liegende drehbare Kettenwalze aufgewickelt ist, die eine Drehung durch zwei in Eingriff stehende Zahnräder auf die Spindeltrommel t überträgt. Wenn daher der Wagen einfährt, so wird sich die Spindeltrommel drehen, wenn der Punkt y sich langsamer in der Projektion bewegt, als der Wagen und zwar mit einer Anzahl von Umdrehungen, welche von der Bewegungsgrösse des Gleitstückes y abhängt. Diese wird aber bestimmt durch das Verhältniss des Radius des treibenden Rades M_1 zu dem des getriebenen Quadranten Q und durch die augenblickliche Entfernung des Gleitstückes y von dem Quadrantendrehpunkt, weil der von y zurückgelegte Weg um so grösser wird, je weiter dasselbe vom Quadrantendrehpunkt entfernt ist. Die Kreis-Bewegung des ganzen Quadranten, folglich auch die des Gleitstückes y folgt offenbar genau derjenigen des Wagens: sie beschleunigt und verzögert sich. Hieraus lässt sich dann, wenn das Zunahme- und Abnahmegesetz bekannt ist, auch der wirkliche Weg des Gleitstückes y bei einer bestimmten Wagenstellung und gegebenem Abstand des Stückes y vom Quadrantenmittelpunkt bestimmen und erkennen, dass y bei Beginn der Kötzerbildung den geringsten Abstand vom Quadrantenmittelpunkt haben muss, um den Spindeln die grösste Zahl von Umdrehungen zu geben, dann allmählich durch Bewegung der Schraube hinaufzusteigen hat, bis der Kötzeransatz gebildet ist und endlich während der darauf folgenden Ausbildung des Kötzers an derselben Stelle beharren kann. In dieser letzten Periode können ja nur geringe Stellungsveränderungen des Ketten-Angriffs zum Zweck der Ausgleichung kleiner Unregelmässigkeiten und Spannungsdifferenzen im Faden vorkommen. — Die Bewegung der Quadrantenschraube erfolgt nach jedem Auszug und zwar entweder durch Drehung mittelst der kleinen Handkurbel h_1 oder auch durch eine selbstthätig wirkende Vorrichtung, welche das auf dem verlängerten Schraubezapfen sitzende Kegelrad z, je nach Bedürfniss mehr oder weniger dreht.

Zum Aufleiten des Fadens auf die Spindel muss sich der Aufwinder von dem oberen Theil des Kötzers (bis zu dem er in der vorigen Periode des Abschlagens gelangt ist) nunmehr während der beschleunigten Bewegung des Wagens um die Höhe einer Kötzerschicht senken und sich darauf während der verzögerten Bewegung des Wagens um dieselbe Höhe heben, stets aber noch sich an derjenigen Aufwindestelle befinden, die der Wagenstellung entspricht (S. 585). — Der Aufwinder bedarf demnach einer bestimmt vorgeschriebenen gesetzmässigen Bewegung. Um diese hervorzubringen, befindet sich unten in der Maschine eine Schiene EE, auf deren Oberkante eine mit einer Rolle versehene, von dem Wagen mitgenommene Stange k läuft. Diese Stange bewegt sich dadurch nach der Kurve auf und nieder, nach welcher die Schiene EE gekrümmt ist. Bei der in der dritten Periode stattgefundenen Senkung des Aufwinders hat sich nun zugleich ein kleines, auf der Aufwinderwelle sitzendes Zahnrad v, Fig. 422, gedreht und durch Eingriff in die Zahnstange h diese soweit gehoben, dass die Stange k, veranlasst durch den Zug einer Spiralfeder mit einer Nase unter die Zahnstange schnappen konnte, Fig. 423, wodurch letztere veranlasst wird, an den Bewegungen der Stange k theilzunehmen und dieselben durch das Zahnrad x und die Aufwinderwelle auf den Aufwinder selbst zu übertragen. Demnach hängt die Bewegung des letzteren auch lediglich ab von der Kurve, nach welcher die Schiene EE (Laufschiene, Aufwindeschiene, *Copping-plate*) gekrümmt ist. Da man nach der obigen Gleichung, S. 585, den zur Wagenstellung gehörenden Aufwindepunkt leicht bestimmen kann, so ist auch unter Rücksichtnahme auf das

Uebersetzungsverhältniss die Bestimmung der Lage des Aufwindedrahts und hieraus diejenige der Laufschienenkurve durch Zeichnung nicht schwierig. Theoretisch ergiebt sich mit Berücksichtigung der in Betracht zu ziehenden Faktoren eine schlank verlaufende Parabel.

Nach jedem Auszuge muss sich nun noch der Aufwinder etwas weniger senken und etwas mehr heben, weil die Kötzerbildung jedesmal etwas höher statt zu finden hat. Um dies auch mit Hilfe der Aufwindeschiene zu bewerkstelligen, ruht diese mit zwei Stiften auf zwei schiefen Ebenen R und R (Formplatten), Fig. 422, welche mit einander durch eine Schiene verbunden und nach Vollendung jedes Auszuges mit Hilfe einer sich von dem Wagen aus ruckweise drehenden Schraube etwas zurückgezogen werden, wodurch die Aufwindeschiene die gewünschte Senkung erfährt.

Die Bewegung des Gegenwinders ist durch die Anforderung bedingt, dass die Spannung der Fäden eine angemessene ist. Sie erfolgt darum durch Gewichte, welche mit dem Hebel D verbunden und nach der Zahl und Stärke der gespannten Fäden geregelt werden. — In vielen Fällen wirkt der Gegenwinder, der ja um so tiefer niedergezogen wird, je grösser die Fadenspannung ist, auf die Quadranten-Schraube in der Art ein, dass bei Ueberschreitung der Spannung über eine bestimmte Grenze die Spindelgeschwindigkeit sich entsprechend verringert [1]).

Fünfte Periode.

1) Das Streckwerk steht still.
2) Der Wagen wird zur Ruhe gebracht.
3) Die Spindeln kommen gleichfalls zur Ruhe.
4) Der Aufwinder hebt sich.
5) Der Gegenwinder senkt sich.

Die Aufhebung der Wagenbewegung wird in sehr einfacher Weise dadurch erzeugt, dass die Kuppelung H ausgelöst wird, was durch einen Hebel geschieht, der im letzten Augenblick des Wagenlaufes von dem Wagen aus in Thätigkeit gesetzt wird. — Da die Bewegungen der Spindeln, des Winders und Gegenwinders sämmtlich von dieser Kuppelung ausgehen, so hören sie mit der Auslösung derselben ebenfalls auf. — Zur Hebung des Aufwinders löst sich zunächst die Führungsstange k aus, z. B. durch Anstossen an einen mit dem Gestell verbundenen Haken, worauf ein Gewicht das Zahnrad v zurückdreht und die Zahnstange h senkt; gleichzeitig spannt sich in Folge dessen wieder die Kette d, zieht dadurch die Hängeschiene D in die Höhe und macht die Kette f frei, worauf g durch Uebergewicht niedersinkt. — Endlich wird noch die Quadrantentrommel von der Spindeltrommel t ausgelöst, damit der Quadrant ausser Wirkung tritt, dann die Streckwerk-Kuppelung eingekuppelt, die Räder nach der Mantausendscheibe in Eingriff gebracht und zuletzt der Antriebsriemen wieder auf die Scheibe F geschoben, um das Spiel von Neuem zu beginnen, wobei während des Einfahrens auch der Quadrant durch entgegengesetzte Drehung von M_1 in die äusserste Lage zurückgedreht wird.

B. Der stetige Spinnprozess.

Es ist bereits S. 578 darauf hingewiesen, dass es zur Entstehung eines Drahtes gleichgültig ist, an welchem Punkte des Drehwerkzeuges der Faden mit diesem verbunden wird, da jeder sich in einem Kreise drehende Punkt die Drahtertheilung veranlasst. Deshalb wird auch der um die Achse

1) Polyt. Centr., 1868. S. 145. — Dingler's Journ., Bd. 188. S. 19.

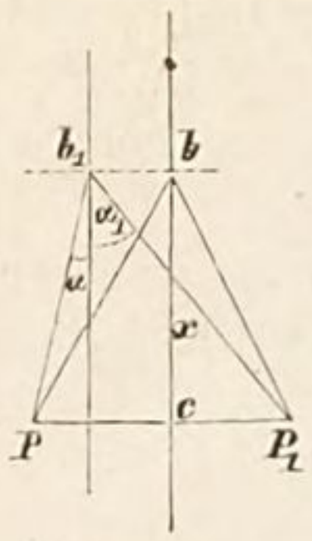


Fig. 425.

xx, Fig. 425, rotirende Punkt P einem Fadenbündel Drehung geben, gleich viel, ob eine drehende materielle Achse vorhanden ist oder nicht. Vom wesentlichen Einfluss auf die Drahtbildung wird nur, ausser der Umdrehzahl des Punktes P, die Lage des Punktes b sein, an welchem das Fadenstück während der Drehung fest gehalten wird. Läge dieser Punkt z. B. bei b_1 so würde bei der Stellung des Punktes P ein Fasernbündel von der Länge b_1 P der Wirkung ausgesetzt; bei der Lage P_1 des Drehpunktes aber würde die Länge b_1 P_1 die Drehung aufnehmen. Unter der Voraussetzung, dass sämmtliche Punkte in einer Ebene liegen, ist

$P\,b_1 = \frac{b\,c}{\cos \alpha}$ und $P_1\,b_1 = \frac{b\,c}{\cos \alpha_1}$, also weil $\alpha_1 > \alpha$, so muss auch $P_1\,b_1 > P\,b_1$ sein. Demnach müsste sich bei einer halben Drehung das Bündel um die Differenz $P_1\,b_1 - P\,b_1$ strecken, bei der weiteren Drehung um 180° sich aber wieder auf die Länge von $P\,b_1$ zurückziehen. Wenn nun auch eine Streckung in einem gewissen Grade zulässig ist, so ist doch eine unmittelbar auf die Streckung folgende Zusammenziehung durchaus unzulässig, weil der dadurch schlaff werdende Faden wegen der angenommenen Drehtendenz sich zu Knoten und Schleifen zusammen schlagen und unbrauchbar würde. Das Schlaffwerden des Fadens kann aber nur dadurch vermieden werden, dass bei allen Lagen des Fadens dessen Entfernung vom Punkte b_1 konstant bleibt, was wiederum der Fall ist, wenn bei allen Lagen der Winkel α derselbe bleibt, wenn also der Punkt b in der Drehachse liegt.

Wird hierbei der Faden von dem Zufuhrapparat ununterbrochen hergegeben und der Punkt P ununterbrochen gedreht, so erhält die während einer gewissen Zeit zugeleitete Fadenlänge l so viel Drehungen, als der Punkt P während derselben Zeit Umdrehungen u gemacht hat. Bei einer konstanten Umdrehzahl u wird also allgemein die Zahl n der Windungen auf eine Längeneinheit $n = \frac{u}{l}$, also proportional der Umdrehzahl und umgekehrt proportional der Länge, wodurch das Mittel an die Hand gegeben ist, einen passenden Draht hervorzubringen, entweder durch das Mass der Zuführung oder das der Drehungen.

Ist die Achse x eine materielle (Spindel) vom Durchmesser d und wird der Faden F von dem Punkte P aus dieser Spindel zugeführt, so wird ein Aufwickeln des Fadens auf die Spindel in einem bestimmten Masse eintreten, je nach der Art und Grösse der Relativbewegung zwischen Spindel und Punkt P. Bezeichnet man die Zahl der Umdrehungen der Spindel mit u_1 und diejenige des Drehpunktes mit u, so werden folgende Fälle stattfinden können.

1) $u_1 = o$. Spindel steht still, P dreht sich. — In diesem Falle legt sich bei jeder Drehung des Punktes P eine Fadenlänge $d\,\pi$ um die Spindel, also nach u Umdrehungen die Länge $l = d\,\pi\,u$. Es kommt daher hier auch auf die Länge $d\,\pi$ des Fadens nur eine Windung.

2) $u = o$. Spindel dreht sich, P steht still. — Auch hier wickelt sich bei jeder Drehung der Spindel eine Länge $d\,\pi$ auf, also bei u_1 Umdrehungen die Länge $l_1 = d\,\pi\,u_1$. Weil aber P still steht, so erfolgt die Aufwickelung, ohne dem Faden Windungen zu ertheilen, weshalb dieser Fall sich von selbst ausschliesst.

3) Spindel und Punkt drehen sich. — Hier können die Richtungen beider Bewegungen entweder gleich oder entgegengesetzt sein, und in ihrer Grösse die Beziehungen vorkommen

$$u = u_1 ; \; u > u_1 ; \; u < u_1 .$$

a. Richtung sei gleich.

aa. $u = u_1$. — Da hier die Winkelgeschwindigkeiten beider drehender Theile gleich sind, so ist gar kein Aufwickeln möglich.

bb. $u > u_1$. — In diesem Falle ist dieselbe Beziehung vorhanden als wenn behufs des Aufwickelns die Spindel still stände und der Punkt um die Differenz der Umdrehzahlen gedreht würde. Aufgewickelt wird die Länge $l_1 = d\,\pi\,(u - u_1)$, während die Zahl der Windungen auf dieselbe Länge gleich u bleibt.

cc) $u < u_1$. — Hier ist der Vorgang von bb umgekehrt vorhanden, da man sich nun den Punkt P still stehend und die Spindel mit derselben Differenz $u_1 - u$ sich drehend denken kann, so dass die Aufwickelung $l_1 = d\,\pi\,(u_1 - u)$ beträgt.

b. Richtung sei entgegengesetzt. Bei dieser Anordnung ist die aufgewickelte Länge stets gleich dem Umfang der Spindel multiplizirt mit der Summe der Umdrehungen, also $l = d\,\pi\,(u + u_1)$, gleichviel, ob $u =, >$ oder $<$ als u_1 ist.

Wenn nun Drehung und Aufwickelung gleichzeitig vor sich gehen soll, so ist bei näherer Betrachtung der obigen Möglichkeiten leicht zu erkennen, dass der Fall $1 : (u_1 = o)$ und 3 . b nur dann verwendbar wäre, wenn der Faden sehr geringen Draht, nämlich eine oder weniger als eine Drehung auf die Länge $d\pi$ bekommen soll. Die Gleichung $l = d\,\pi\,u$ aber zeigt ferner, dass, wenn eine Länge l mit gleicher Drehung $n = \frac{u}{l}$ auf die Längeneinheit aufgewickelt werden soll, d konstant, oder, da dies wegen der durch das Aufwickeln bedingten Zunahme von d nicht angeht, dass u veränderlich sein muss, weil ein konstantes Produkt d u gefordert wird. Wenn aber u veränderlich ist, so ist auch die Drahtgebung veränderlich. Da dieses aber dem Zwecke überhaupt widerspricht, so schliesst auch der Fall, in welchem der Punkt P sich allein dreht, sich als unbrauchbar aus. Es bleiben demnach nur die beiden Beziehungen 3 . a . bb und 3 . a . cc als anwendbar übrig.

Die Bildung des Garnkörpers auf der Spindel kann entweder nach denselben Gesetzen erfolgen, welche der Kötzerbildung zu Grunde liegen, und wesentlich bedingt sind durch den Umstand, dass die Kötzer bei ihrer Verwendung so abgewickelt werden, dass der Faden fast in der Achsenrichtung abgleitet, oder aber es kann, wenn die Abwickelung rechtwinklig zur Achse, also tangential geschehen darf, der Garnkörper einfach dadurch erzeugt werden, dass sich zylindrische Lagen auf einander legen. Wenn zwar die erste Methode bei dem stetigen Spinnprozess nicht ausgeschlossen ist, so bildet doch die zweite die Regel, weshalb es um so mehr genügt, hier die letztere zu erörtern, weil bei der Anwendung der ersteren die S. 583 angegebenen Gesetze auch hier gelten.

Unter der Voraussetzung, dass der gedrehte Faden wieder nur so viel Spannung haben darf, als zum Geradehalten erforderlich ist und unter der Annahme, dass der Faden die Dicke δ, der Punkt P eine konstante Drehgeschwindigkeit u und die Spindel den Durchmesser d besitzt, ergiebt sich für jede neue zylindrische Lage eine Durchmesserzunahme $2\,\delta$ . . Für die erste zylindrische Lage besteht die Aufwickelungsgleichung

$$l = d\,\pi\,u_1$$

für die zweite $l = (d + 2\delta)\,\pi\,u_2$
« « dritte $l = (d + 4\delta)\,\pi\,u_3$
« « vierte $l = (d + 6\delta)\,\pi\,u_4$
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
« « n^{te} $l = [d + (2n - 2)\delta]\,\pi\,u_n$.

so dass sich die für jede neue Lage erforderliche Umdrehzahl leicht aus der gegebenen Länge l, dem ersten Durchmesser d und der gegebenen Umdrehzahl u_1, bestimmen lässt. Mit dieser gesetzmässigen Zunahme des Durchmessers d um die Grösse 2δ ist eine ebenfalls gesetzmässige Zunahme der Länge des Fadens verbunden, welche in je einer zylindrischen Schichte vorhanden ist. Sind nämlich m Umdrehungen der Spindel nöthig, um eine Schicht zu bilden, so ist dazu eine Fadenlänge verwendet worden,

für die erste Lage $L_1 = m\,d\,\pi$
« « zweite « $L_2 = m\,(d + 2\delta)\,\pi$
« « dritte « $L_3 = m\,(d + 4\delta)\,\pi$
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
« « n^{te} « $L_n = m\,[d + (2n - 2)\delta]\,\pi$,

woraus folgt, dass in demselben Verhältniss, in welchem sich die Umdrehzahl der Spindel verringert, sich auch die Geschwindigkeit des Aufwindepunktes verkleinern muss und zwar jene absatzweise nach jeder Schichtbildung.

Der Punkt P, welcher zunächst den Zweck hat, dem Garn Draht zu ertheilen, muss bezüglich seiner Höhenlage unverändert bleiben, weil sonst Drahtunterschiede entstehen (S. 594), und deshalb die auf- und niedersteigende Bewegung dem Garnkörper selbst ertheilt werden. Um diese zu erleichtern, pflegt man in der Regel über die Spindel eine Hülse zu schieben, welche neben einer selbstständigen Drehung die auf- und niedersteigende Bewegung erhält. Diese Hülse führt den Namen Spule (Bobine, *Pirn*) und ist meistens eine hölzerne Röhre, welche über die Spindel geschoben wird und, um das Abrutschen des Garnes bei zylindrischen Garnkörpern zu verhindern, mit scheibenförmigen Rändern (Randspule) versehen ist, die selbstverständlich wegfallen, wenn dem Garnkörper die Kötzerform oder eine Form zu Grunde liegt, welche aus einem Zylinder mit zwei an beide Enden sich ansetzenden Kegeln besteht, wie Fig. 426 zeigt, was in den meisten Fällen wegen der billigen Herstellung der Spulen vorgezogen wird. — Bei dieser Anordnung dient die Spindel demnach nur zur Unterstützung der Spule, gewissermassen als Achse, die sich unabhängig in der Spule drehen kann. Indem dadurch ein Drehorgan entsteht, welches in höchst passender Weise zur Drehung des Punktes P verwendbar ist, so wird deshalb auch in den meisten Fällen eine Verbindung zwischen dem Punkt P und der Spindel, zur Umdrehung des ersteren, durch eine gebogene Stange hergestellt und auf diese Weise die erweiterte Spindel, Spindel mit Flügel[1]) (Gabel, Epinglier, Fréchoir, Ailette, *Fly*,

1) Polyt. Centr., 1855. S. 975; 1856 S. 33, 388 u. 846; 1857. S. 694, 700 u. 707; 1858. S. 724. u. 1468; 1859. S. 486 u. 1650; 1860. S. 1375; 1861. S. 375; 1863. S. 1654; 1875. S. 591. — Dingler's Journ., Bd. 140. S. 335; Bd. 141. S. 261; Bd. 144. S. 420; Bd. 148. S. 187; Bd. 151. S. 97; Bd. 154. S. 263; Bd. 160. S. 107; Bd. 169. S. 19; Bd. 170. S. 232; Bd. 174. S. 350; Bd. 189. S. 101.

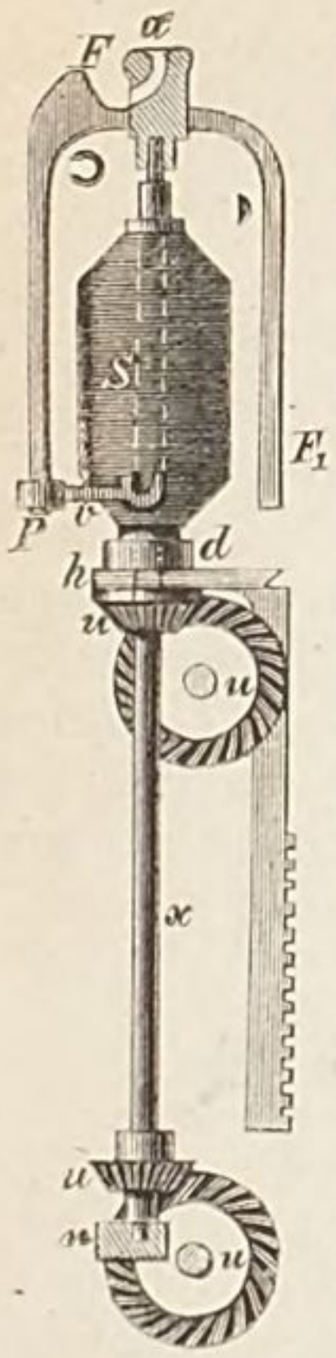


Fig. 426.

Heck) gebildet, deren allgemeine Anordnung Fig. 426 zeigt, worin x die eigentliche Spindel, T den Flügel und S die bewickelte Spule ohne Ränder zeigt. — Die Spindel wird, wenn es sich um eine vollkommene sichere Drehung handelt, nicht durch Schnüre, sondern durch Kegel- oder Hyperbelräder u in Rotation versetzt, wobei sie möglichst gegen Zittern und Schleudern sicher zu stellen ist. Um dieses zu erreichen, ist ausser einer guten Lagerung in dem Spindelnäpfchen n und einem bei h angebrachten Halslager, besonders für eine richtige Massenausgleichung dahin zu sorgen, dass der Schwerpunkt in die Drehachse fällt. Aus diesem Grunde ist der Flügel auch stets doppelarmig F und F_1, wenn auch nur der eine Arm eigentlich als Fadenführer dient. — Weil bei der Drehung der Spindel der Faden in Folge der Zentrifugalkraft das Bestreben hat, sich auszubauchen, wenn derselbe nur an dem Punkt P festgehalten wird, dieses Ausbauchen aber nicht nur eine grössere Spannung, sondern sogar leicht ein Abreissen veranlassen kann, so ist an den erweiterten Spindeln zur Herstellung schwacher Drehung für die Beseitigung dieser Wirkung dadurch Sorge zu tragen, dass das Fadenstück nur zwischen dem oberen Theil a (Kopf) der Spindel und dem Speiseapparat frei liegt. Deshalb ist der Kopf a zur Aufnahme des Fadens in der Achse mit einem seitwärts austretenden Kanal versehen und der Flügelarm F als Rohr ausgebildet, aus dessen unterer Oeffnung der Faden austritt. Durch diese Anordnung erhält der Faden zugleich bei a seine Verbindung mit der Spindel in deren Achse, wodurch die Nothwendigkeit, dass der Speisepunkt ebenfalls in der Achse liegt, wegfällt. Es kann vielmehr nun wie bei der einfachen Spindel, S. 578, das Garn beliebig schräg zugeführt werden.

Zur bequemen und schnellen Auswechselung der mit Garn gefüllten Spulen ist die Beseitigung des Flügels von der Spindel erforderlich, wenn nicht, wie auch vorgeschlagen ist, die Spindel mit dem Flügel aus der Spule gezogen werden soll. Damit diese Abnahme des Flügels leicht von Statten geht, wird der letztere nur auf den runden Hals der Spindel gesteckt. Indem sich hierbei ein durch den Kopf des Flügels gesteckter Stift in einen Schlitz des Spindelhalses legt, wird die Mitnahme des ersteren gesichert.

Damit ferner ein sicheres Auflaufen des Garnes auf die Spule stattfindet und die letztere sich recht fest bewickelt, ist es nothwendig, bei Anwendung der Flügelspindel für lockeres Garn dieselbe mit einem Finger zu versehen, der an einem (oft an beiden) Armen so angebracht ist, dass er mittelst Feder- oder Zentrifugalwirkung auf die Spule aufdrückt (Pressflügel[1]), Pressfinger, Presser, Comprimeur, Doigt comprimeur, *Presser*, *Spring finger*). Die hiermit bewickelten Spulen, Presspulen, (Bobines comprimées) brauchen weniger oft ausgewechselt zu werden.

Innerhalb der Flügelarme muss nicht nur die Spule S Platz haben, sondern die ersteren müssen auch so tief herabreichen, dass bei der höchsten Stellung der Spule die Aufwickelung an dem tiefst gelegenen Punkte derselben geschehen kann.

---

1) Polyt. Centr., 1845. S. 433; 1847. S. 930, 1142 u. 1240; 1849. S. 593; 1850. S. 777; 1851. S. 278; 1853. S. 1025; 1855. S. 978; 1856. S. 35; 1861. S. 375, 769 u. 1345; 1862. S. 1206.

Die Spule erhält ihre Umdrehung durch Mitnahme von einer in der Platte h drehbaren Hülse oder Scheibe d, welche ebenfalls zur Vermeidung aller überflüssigen Spannung selbstständig zu bewegen ist und zwar nach dem oben erläuterten Gesetze. Gewöhnlich werden auch zu diesem Zwecke Hyperbel- oder Kegelräder u verwendet. — Um die auf- und niedergehende Bewegung einer grösseren Anzahl von Spulen gleichzeitig zu veranlassen, werden dieselben, in Reihen angeordnet, auf eine Bank gesetzt, welche sich nach dem ebenfalls oben erklärten Gesetze (gewöhnlich vertikal) zu bewegen hat und Wagen genannt wird.

Bei derjenigen machinalen Anordnung, durch welche die oben genannten Bewegungen nun in ihrer Selbstständigung und Abhängigkeit zur Ausführung gebracht werden und die den Namen Spindelbank, Flyer[1]) (Banc à broches, Bobinoir, Méchoir, *Flyer, Fly-frame, Bobbin-frame, Spindle roving frame*) führt, kommen also folgende Bewegungsorgane in Betracht:

1) für die Drehung der Streckwalzen,
2) « « « « Spindeln mit Flügeln,
3) « « « « Spulen,
4) « « « Hebung und Senkung der Spulen.

Da sämmtliche Bewegungen gleichzeitig stattfinden, so müssen offenbar die mit konstanter Geschwindigkeit ausgestatteten mit denjenigen kombinirt werden, welche sprungweise eine Abnahme oder Zunahme der Geschwindigkeit erfahren. — Das Streckwerk erhält aus ökonomischen Rücksichten sowohl bezüglich der Einfachheit der Konstruktion, als der Leistungsfähigkeit ausschliesslich eine Bewegung mit gleichbleibender Geschwindigkeit (die nur nach dem gewünschten Streckungs- und Drehungsverhältnisse verschieden wird), folglich muss auch die Spindelumdrehzahl (einmal für den verlangten Draht eingestellt) konstant sein. Die Spulenumdrehzahl muss sich jedoch sprungweise ändern und zwar sich vermehren, wenn die Spule gegen die Spindel zurückbleibt (wenn $u_1 < u$) und sich vermindern im umgekehrten Falle (wenn $u_1 > u$). Desgleichen muss die Geschwindigkeit der Wagenbewegung sprungweise kleiner werden. Da ferner diese Geschwindigkeitsänderung durch die Fadendicke δ bedingt wird, diese aber wieder anderen Draht verlangt (S. 577), so ist zugleich eine Abhängigkeit zwischen der Bewegung des Streckwerks und der Spulen vorhanden, der genügt werden muss. Es handelt sich demnach darum, entweder durch Addition oder durch Subtraktion einer ruckweise sich vergrössernden Umdrehzahl zu der konstanten Umdrehzahl der Spindeln die Spulenbewegung zu reguliren. Da diese Differenz aber nach demselben Gesetz der Wagengeschwindigkeit zugeführt werden muss, so wird die Spulenbewegung kombinirt aus der Bewegung der Spindeln und derjenigen des Wagens.

Von den zahlreichen Uebertragungsmechanismen, welche zur Erzeugung der Wagenbewegung anwendbar sind, kommt fast ausschliesslich nur derjenige in Anwendung, dessen Grundlage eine schlank kegelförmige sich um ihre Achse gleichförmig drehende Trommel ist, die durch einen Transmissionsriemen einer anderen Trommel verschiedene Umdrehungen ertheilt, je nachdem der Riemen über einem kleineren oder grösseren Durchmesser dieses Kegels liegt.

Zur Kombinirung der Spindelbewegung mit derjenigen der Wagenbewegung dient sodann das sog. Differenzialgetriebe (Mouvement différentiel, *Differential motion*), welches für den in Rede stehenden Zweck

1) Publ. ind., V. 6. S. 391. — Polyt. Centr., 1845. S. 387; 1847. S. 788; 1861. S. 769; 1862. S. 989. — Dingler's Journ., Bd. 85. S. 125; Bd. 140; S. 335; Bd. 147. S. 350; Bd. 166. S. 254; Bd. 170. S. 232; Bd. 189. S. 101; Bd. 213. S. 385.

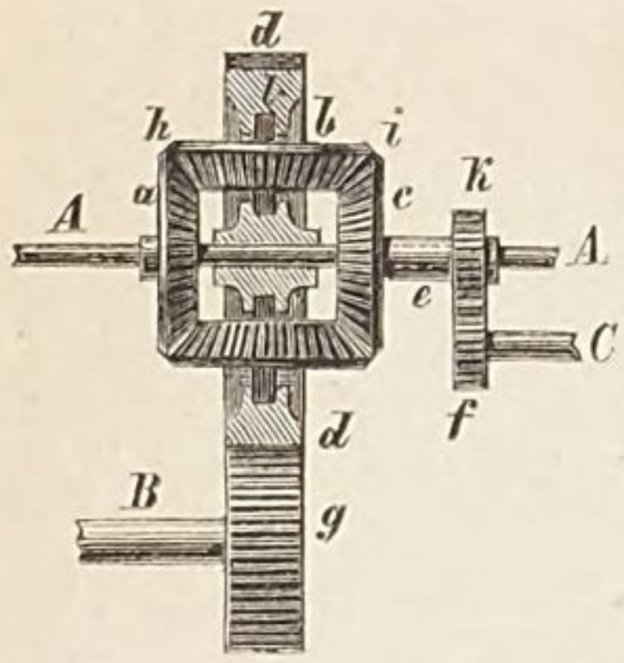


Fig. 427.

an einer durch Fig. 427 dargestellten Ausführung näher beschrieben werden mag. Auf der Welle A liegt von dieser getragen ein Stirnrad dd, in welches ein Stirnrad g eingreift, um dasselbe um die Achse A herum zu drehen. In dem Rad dd liegt ferner ein Kegelrad b, so dass seine mit einem Endzapfen in der Nabe und dem zweiten in dem Kranz drehbar gelagerte Achse radial steht. In das Kegelrad b greifen ein die Kegelräder a und c, wovon wieder a auf der Welle A fest, c auf derselben drehbar aber durch eine Hülse e mit dem Stirnrad k fest verbunden ist, nm eine Bewegung durch f auf die Welle C zu übertragen. Denkt man sich nun das Rad d festgehalten, z. B. dadurch, dass die treibende Welle B still steht, so wird die Bewegung der Welle A durch die Kegelräder a, b, c auf e und f also auf die Welle C ohne Geschwindigkeitsänderung übertragen, weil a und c, sowie k und f gleich an Zähnezahl sind. Steht dahingegen die Welle A still, während sich B dreht, so wird auch das Rad d in Rotation versetzt. Hierdurch wälzt sich das Rad b auf a, dreht dadurch c und mithin C mit einer Geschwindigkeit, welche von der Uebersetzung zwischen den Rädern d und g abhängt. Ist u die Anzahl Umdrehungen der Welle A; m diejenige der Welle B und u_1 diejenige der Welle C, so wird, wenn A still steht, sich d drehen mit der Umdrehzahl $\frac{g}{d} . m$, wenn g und d zugleich die Raddurchmesser bedeuten. Mit dieser Geschwindigkeit dreht sich auch die Achse des Rades b um die feste Welle A, während das Rad b selbst sich auf a wälzt und deshalb nach dem Verhältniss $\frac{i\,h}{h\,l} = 2$ dem Rade c die Umdrehzahl $2\,\frac{g}{d}\,m$ ertheilt, welche sich auf C fortpflanzt. Es ergiebt sich daher leicht folgendes.

Ist $m = \text{Null}$, so ist $u_1 = u$.

Ist $u = \text{Null}$, so ist $u_1 = 2\,\frac{g}{d}\,m$.

Ist weder m noch u Null, so ist bei gleicher Drehrichtung von A und B

$$u_1 = u + 2\,\frac{g}{d}\,m,$$

bei ungleicher Drehrichtung beider Wellen

$$u_1 = u - 2\,\frac{g}{d}\,m.$$

Macht man endlich der Einfachheit wegen $d = 2\,g$, so wird also allgemein

$$u_1 = u \pm m.$$

Wird nun die Welle A als die Spindeltriebwelle angesehen, die Welle B als die zur Wagenbewegung erforderliche (Wagenwelle) und C als die Spulenwelle, so ist zu erkennen, dass die Bewegung der letzteren sich mit Hilfe des Differenzialgetriebes stets zusammensetzt aus der konstanten Bewegung der Spindelwelle und der veränderlichen der Wagenwelle, gleichviel wie die Veränderlichkeit der letzteren beschaffen ist, so dass bei der mit diesem Räderwerk versehenen Spindelbank (Differenzialflyer) der Aufwindeprozess mit mathematischer Genauigkeit vor sich geht.

Der Differenzialflyer ist desshalb auch die wichtigste und zuverlässigste Vorspinnmaschine geworden, wenn es darauf ankommt, ein möglichst

vollendetes Vorgarn zu bilden. In der lokalen Anordnung der einzelnen Mechanismen verschieden, sowie oft sehr von einander abweichend in den Vorrichtungen für die Bewegungsübertragungen, Einschaltungen und Auslösungen, bieten dieselben manche Variationen; in der Grundanlage aber weichen sie nicht weit von einander ab, dass es genügend erscheint, sich hier auf die nähere Beschreibung einer bewährten Ausführung zu beschränken.

Dieselbe ist auf anliegender Tafel I. schematisch in einem Längenschnitt I. und einem Vertikal-Querschnitt II. in $\frac{1}{20}$ nat. Gr. dargestellt.

Auf der Hauptachse A, welche Fest- und Losscheibe trägt, sind fest die Stirnräder a und f und das Kegelrad g; a treibt durch b und c den oberen Riemenkegel, dessen Achse durch d und e das aus 3 Walzenpaaren bestehende Streckwerk in Bewegung setzt. e sitzt auf dem Ausführ- (Vorder-) zylinder und treibt durch hikl den Hintercylinder, und dieser durch mno den Mittelcylinder; f treibt durch pq und die Hyperbelräderpaare r die Spindeln. Lose auf der Hauptachse sitzt die Hülse, welche das Kegelrad s' und das zylindrische Rad s trägt; s' und g sind gleich gross und im Eingriff mit den im Differentialrad u gelagerten konischen Rädern g'. Der untere Riemenkegel treibt durch w'', w', w, die Welle B und somit durch v das Differenzialrad u. Die Umdrehzahl von s resultirt aus der von A und B; s treibt durch das Rädergehänge tt', durch t'' und q' die Hyperbelräderpaare r', von denen die kleineren Räder kleine Ansätze tragen, welche in entsprechende Lücken der Spulen passen und diese zur Theilnahme an der Bewegung der kleineren Räder bei r' veranlassen. Damit, wenn die Lunte zerreisst, nicht vom Pressfinger schon aufgewickeltes Gespinnst wieder abgewickelt werden kann, was vorkommt, wenn die Spindel der Spule verläuft, so ist hier der Spule eine grössere Umdrehungszahl gegeben als der Spindel. Die Differenz zwischen der Umfangsgeschwindigkeit der Spule und der Geschwindigkeit des Pressfingers an seiner Berührungsstelle mit der Spule muss für alle Schichten der Spule konstant sein, daher bei leerer Spule die Umdrehungszahl der Spule die grösste sein.

Sei $\dot{\varphi}$ die Winkelgeschwindigkeit der Spindel
$\dot{\varphi}'$ « « « Spule
r der Spulenradius, so muss

$$r(\dot{\varphi}' - \dot{\varphi}) = \text{constant sein.}$$

Bei kleinstem r muss also, da $\dot{\varphi}$ constant ist, $\dot{\varphi}'$ am grössten sein, also auch die Umdrehungszahl der Spule die grösste.

Die Umdrehzahl u_1 der Spule ist proportional der Umdrehzahl von s; seien u und m die Umdrehzahlen von A und B; g und d die Zähnezahlen der Räder u und v, so ist, da sich A und B im gleichen Sinne drehen, die Bedingung erfüllt:

$$u_1 = u + 2\frac{g}{d}m$$

und zwar der Bewegungsrichtung von A entgegengesetzt. Da s bei leerer Spule am grössten sein muss, muss es auch B sein, und muss bei Beginn des Spinnens der Kegelriemen über die dickste Stelle des oberen Kegels und die dünnste des unteren Kegels gehen.

Die Auf- und Abwärtsbewegung des Spulenträgers (Wagens) geschieht von B aus durch die konischen Räderpaare x und y, z, B und C (auf der Welle A sitzend) und das Vorgelege D, E, welches durch F die Wagenachse treibt, an welcher das Rad G in die mit dem Wagen feste Zahnstange H eingreift. Die Umsteuerung des Wagens wird dadurch erreicht, dass bald y bald y' mit y'' in Eingriff gebracht wird. Der Wagen trägt

Differential-Flyer.

Fig. 1.

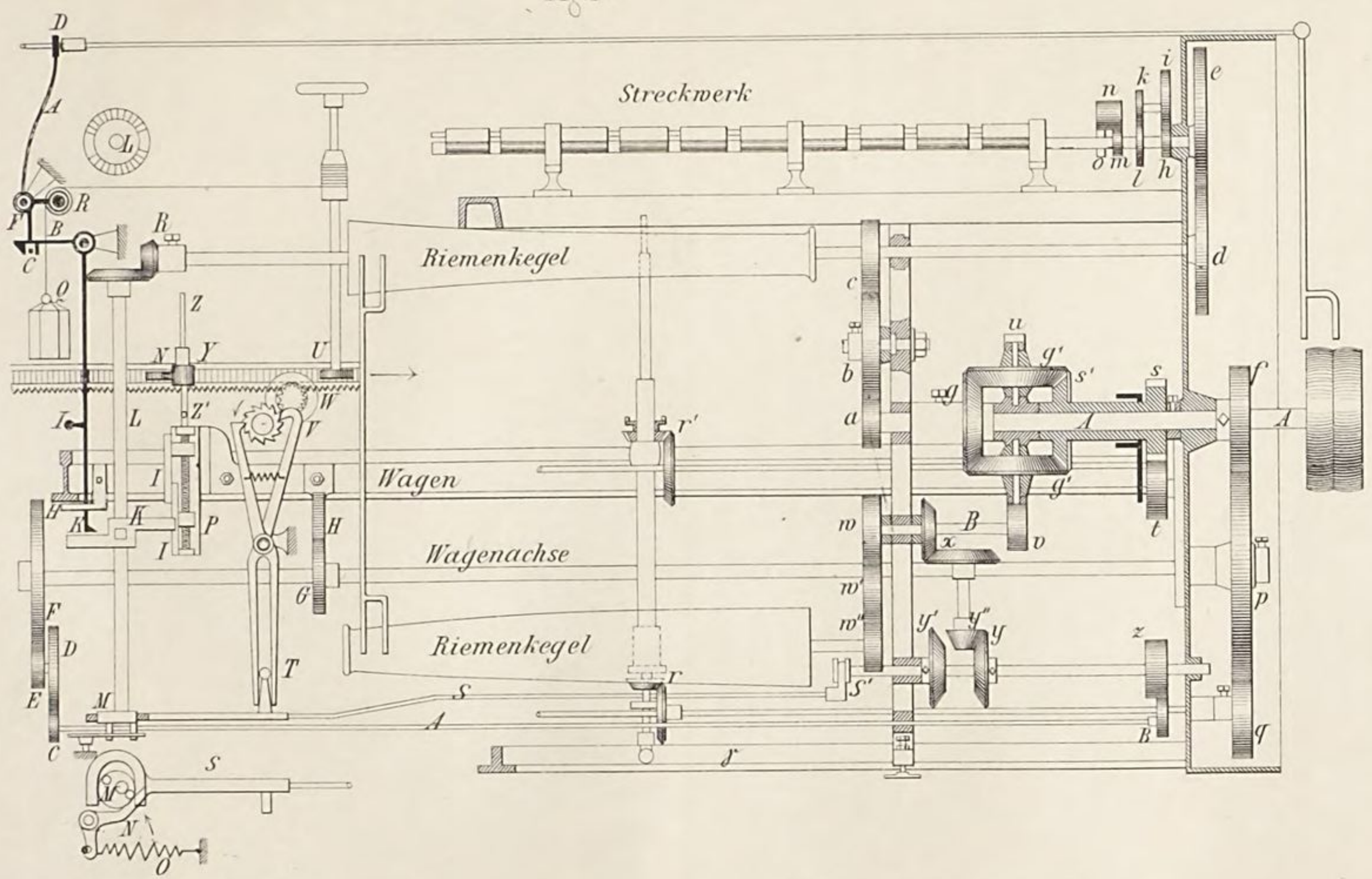
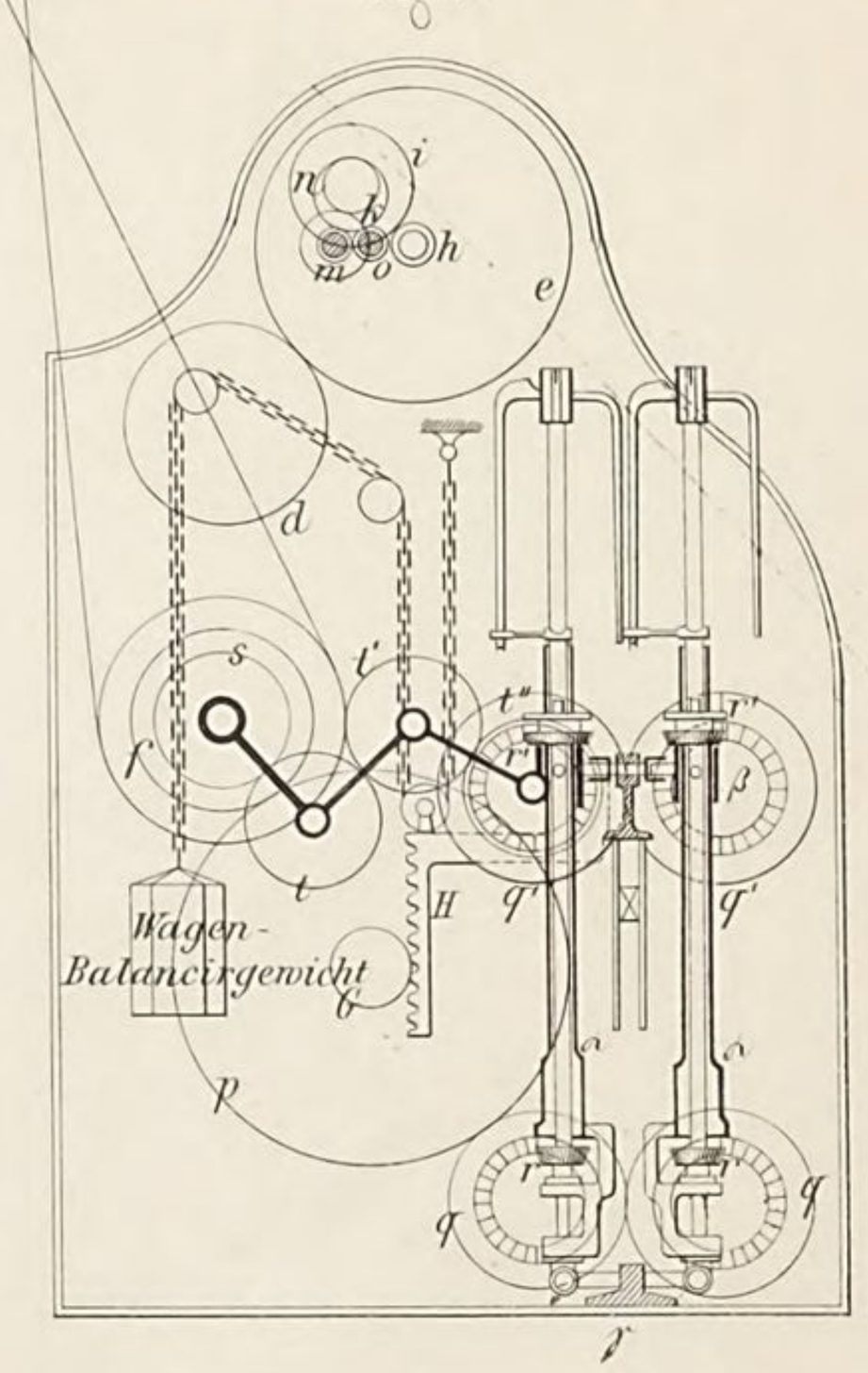


Fig. 2.



Hoyer Technologie.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

die Platte P, an der die beiden Schienen I und I′ befestigt sind; während der Wagen nach unten geht, gleitet der rechte Arm des an der vertikalen Achse L festen Stückes K an den Schienen I und I′. Unten trägt L ein Exzenter M, welches nach unten zwei diametral gegenüberliegende Zapfen hat; gegen einen dieser beiden Zapfen legt sich der Arm N eines Winkelhebels, welcher durch die Feder O in der angegebenen Richtung auf jenen Zapfen drückt und L zu drehen sucht. Ist der Wagen so weit gesunken, bis der rechte Arm von K die Schiene I verlassen kann, so kommt die Feder O zur Wirkung und dreht L so weit, bis das Mangelrad am oberen Ende von L mit dem auf der oberen Kegelwelle festen konischen Rädchen R zum Eingriff kommt. Das Mangelrad hat zwei grosse Zahnlücken, in denen sich während der Bewegung des Wagens, R ohne Eingriff drehen kann. Ist R mit dem Mangelrad im Eingriff, so bewegt sich L so lange, bis R in die zweite, der ersten diametral gegenüberliegende, grosse Zahnlücke kommt und keine Weiterdrehung von L mehr möglich ist; denn während L um 180° gedreht wurde, hat sich der jetzt noch links stehende Arm von K an die Schiene I angelegt. Das Exzenter am unteren Ende von L wird von einem Rahmen umfasst, der durch das Stängchen S die Achse von yy′ bei S′ mit einer Gabel greift; durch die Drehung von L um 180° wurde das Exzenter in die entgegengesetzte Stellung und y′ mit y″ in Eingriff gebracht und dadurch die Aufwärtsbewegung des Wagens eingeleitet, wenn er sich vorher abwärts bewegte. Das Gewicht Q sucht durch das Rädchen U die Zahnstange und den daran befestigten Riemenleiter in der angegebenen Richtung zu bewegen; ebenso hat die Zahnstange das Bestreben, durch das Rädervorgelege W das Schaltrad V zu drehen. Mit dem Exzenterrahmen ist ein Zapfen T verbunden, der bei jeder Bewegung des Exzenters denjenigen der beiden Sperrhaken am Schaltrad ausschaltet, der dessen Bewegung gerade hemmt, und ist somit bei jedem Hubende des Wagens dem Schaltrad V die Bewegung um eine Theilung gestattet; dadurch wird nun auch die Zahnstange und der Riemenleiter des Kegelriemens nach rechts bewegt, und die Umdrehungszahl der Spulen verringert. In die Zahnstange greift ferner ein Rädchen N ein, und dieses in Y; in Y hat das prismatische Stäbchen Z Führung; bei Z′ ist Z durch ein Hooksches Gelenk mit einer Schraubenspindel verbunden, die sich in Ansätzen von P ohne Verschiebung drehen kann und von den Enden bis je zur Mitte entgegengesetztes Schraubengewinde trägt; das eine Gewinde findet die Mutter an I, das andere an I′. Bei Bewegung der Zahnstange wird nun Z gedreht, dadurch I und I′ einander genähert, also der Wagenhub nach jeder Umsteuerung verkürzt und so die nach oben und unten kegelförmige Begrenzung der Spule erreicht. Eine wesentliche Verbesserung der Spindelführung zeigt folgende Anordnung:

Die Spindel ist geführt in der Spindelbüchse α, an α gleitet der mit dem Wagen verbundene Holzcylinder β, der um eine Achse parallel zur Zeichnungsebene und um eine zweite normal zur ersten gedreht werden kann; auf dieselbe Weise ist die Spindelbüchse an der Traverse γ befestigt. Das Spulenrädchen r′ sitzt auf β auf und dreht sich um die Spindelbüchse. Das Spindelrädchen r dreht sich in einer Ausbohrung der Spindelbüchse; es hat eine quadratische Durchbrechung in Richtung der Achse und wird mit der Spindel, die unten quadratischen Querschnitt hat, nur dadurch verbunden, dass diese durch jene Oeffnung in r gesteckt wird.

Die Maschine wird selbstthätig abgestellt, wenn die Spule voll ist und auch wenn der Wagen zu hoch oder zu tief geht, d. h. wenn der Umsteuerungsmechanismus versagt.

Das Gewicht Q, das die Zahnstange bewegt, hängt an einer Schnur, die über eine im Winkelhebel A gelagerte Rolle geht; ein Ausschnitt des Winkelhebels B greift bei C über einen Vorsprung von A und hält die Rolle R in der höchsten Stellung. Wird B nach rechts gedreht, so hört der Eingriff bei C auf, R sinkt und das obere Ende D von A führt den Treib-Riemen auf die Losscheibe. Die Spule ist voll, wenn die Zahnstange Z ihre äusserste Stellung nach rechts erreicht hat; dann trifft der Zapfen E auf die schiefe Ebene bei F, hebt B und es wird abgestellt. Am Wagen fest ist der Ansatz H; geht der Wagen zu hoch, so trifft H auf I und hebt B, geht der Wagen zu tief herab, so kommt H auf die schiefe Fläche von K und hebt B wieder; Q wirkt dann auf A und stellt ab.

Wenn man denjenigen Punkt der erweiterten Spindel, der die Drehung des Garnes herbeiführt (also den Punkt P Fig. 425 S. 594 in die innere Fläche einer sich drehenden Kanne verlegt, so muss eben so gut eine Drehung des Garnes erfolgen: deren Grad sich nach dem Verhältniss zwischen der Zuführung und der Umdrehzahl der Kanne richtet. — Auf diesem Prinzip beruht die veraltete, zum Vorspinnen verwendete Flaschen-, Kannen- oder Laternenbank (Boudinoir, Banc à lanternes, *Can frame*). Durch die schnelle Rotation einer Kanne (Laterne, Flasche, Lanterne, Canette, *Can* wurde die eingeführte Lunte vermöge der Zentrifukalkraft so an die Wand gedrückt, dass sie von der Kanne mitgenommen wurde und Drehung erhielt.

Eine andere Erweiterung ist in der nach seinem Erfinder Banc Abegg genannten Maschine[1]) vorhanden, wobei das durch ein vertikales und dann schräg abzweigendes Rohr geführte Band durch ein Loch einer sich drehenden runde, Scheibe geht.

C. Anwendung der Spinnmaschinen zum Vor- und Feinspinnen.

Während das Vorspinnen ausschliesslich den Zweck hat, das Band durch Verdünnung so weit zu strecken, dass es der Feinheit, in welcher es in fertiges Garn verwandelt werden soll, möglichst nahe kommt, und durch Erzeugung einer Adhaesion zwischen den Fasern nur eine Festigkeit hervorzubringen, welche ausreicht, das Zerreissen des Bandes in Folge der einwirkenden Organe zu verhindern, so ist es die Aufgabe des Feinspinnens (Fertigspinnen Filage en fin, *Spinning*) durch eine letzte endgültige Streckung die verlangte Feinheit und durch Drehung die S. 512 entwickelte Festigkeit des Fadens herbeizuführen.

Das Vorspinnen kann daher mit sämmtlichen im vorhergehenden Kapitel besprochenen Maschinen erfolgen, weil sie im Stande sind ohne Anspannung des Fades denselben zu strecken und mit der erforderlichen Kohäsion auszustatten. Nur praktische Gründe entscheiden in diesem Falle über die Wahl, wie im dritten Abschnitt gezeigt werden wird.

Die Aufgabe des Feinspinnens fällt dahingegen im Grundgedanken nur zusammen mit derjenigen des Vorspinnens mit bleibendem Drahte, so dass das Feinspinnen in dem Falle, wo die Vorspinnmaschinen zur Erzeugung einer bleibenden Drehung Verwendung finden, Nichts weiter als eine Fortsetzung des Vorspinnens ist. Deshalb kann das Fertigspinnen auch ebensowohl in unterbrochener als in stetiger Weise stattfinden, in welchen beiden Fällen dieselben Gesetze zur Würdigung kommen, welche oben näher entwickelt wurden. Da aber durch die endgültige starke

---

1) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 165. — Polyt. Centr., 1854. S. 661; 1856. S. 385. — Dingler's Journ., Bd. 142. S. 323.

Drehung das Garn in einen Zustand grösster Festigkeit versetzt wird und dadurch die Fähigkeit erhält, ohne Streckung oder Zerreissen einen Zug auszuhalten, so treten bei den Feinspinnmaschinen (Machine à filer en fin, Métier en fin, *Spinning machine*, *Spinning frame*) oft diejenigen Rücksichten zurück, welche bei der Konstruktion der Vorspinnmaschinen auf die leichte Zerreissbarkeit des Garnes genommen werden müssen und einen Apparat fordern, der sämmtliche Operationon ohne einen bemerkenswerthen Zug auf das Garn auszuüben, vollzieht und daher sehr komplizirt ist. Indem andererseits die absolute Festigkeit mit der Feinheit des Garnes abnimmt, so folgt daraus, dass zum Spinnen feiner Garne alle diejenigen Rücksichten vorwalten, welche bei der Erzeugung der Vorgarne massgebend sind.

1) **Das Feinspinnen mit unterbrochenem Prozess.** Bei dem hier in Frage kommenden Spinnprozess kann das Strecken des Vorgarnes entweder dem Drehen vorangehen, oder während des Drehens geschehen, wonach sich die Beschaffenheit des Zufuhrorganes ändert. Dasselbe besteht daher theils in einem Streckwerk mit zwei bis sechs Streckwalzenpaaren, theils in einem Zylinderpaare mit absetzender Drehbewegung. Im Falle, wo vermittelst der Vorbereitungsarbeiten das Vorgarn einen hohen Grad von Gleichförmigkeit erhalten hat, wird es genügen, dasselbe erst zu strecken und dann zu drehen, also die Mulemaschine anzuwenden. Im Falle einer ungenügenden Vorbereitung erfolgt das Strecken jedoch der ausgleichenden Wirkung, S. 577, halber zweckmässiger während der Drehung, so dass hier die Zylindermaschine vorzuziehen ist.

Die zum Feinspinnen eingerichteten Mule- und Zylindermaschinen unterscheiden sich weder in Konstruktion noch Anlage von den zum Vorspinnen verwendeten. Nur werden die Geschwindigkeitsverhältnisse oft in so fern etwas abgeändert, als zur Vermeidung von Schleifen und zur letzten Ausgleichung des Garnes der Wagen eine sehr wenig grössere Geschwindigkeit hat, wie die Streckwalzen und als während des Ausfahrens die Geschwindigkeit der Spindeln mit derjenigen der Streckwalzen etc. und des Wagens wächst. Diese Vergrösserung (doppelte Geschwindigkeit, Double vitesse, *Double speed*) tritt in der Regel ein, nachdem der Wagen die eine Weghälfte mit einfacher Geschwindigkeit (Simple vitesse, *Simple speed*) zurückgelegt hat. — Bei der Zylindermaschine erhalten die Spindeln in zweckmässiger Weise drei verschiedene Geschwindigkeiten: die erste geringe, während die Lieferungswalzen Garn zuführen; die zweite grössere nach Aufhören der Lieferung; die dritte grösste kurz vor Beendigung des Wagen-Auszuges. Durch diese dreifache Geschwindigkeit wird erreicht, dass die Drahtgebung in dem Masse steigt, als der Faden durch Verzug dünner wird. Gewöhnlich wird dann noch die Anordnung getroffen, dass die Spindelbewegung nicht vom Wagen ausgeht, sondern hiervon unabhängig ist, indem dieselbe von einem besonderen Organ in dem festen Theil der Maschine hervorgebracht wird. Dies bietet den Vortheil, dass man die drei Geschwindigkeiten beliebig kombiniren und die hiermit ausgestattete Maschine sowohl zum Vorspinnen (wo die erste und zweite Geschwindigkeit angewendet wird) als zum Feinspinnen (erste, zweite und dritte kombinirt) gebrauchen kann.

2) **Das Feinspinnen mit stetigem Prozess.** Bei diesem Prozess, der vorhin ausführlich erörtert wurde, besteht das Charakteristische darin, dass die Streckung, Drehung und Aufwickelung unmittelbar auf einander folgend stattfindet und das fertig, also stark gedrehte Garn der Spindel und von dieser der Spule zuläuft. — Durch diesen Umstand wird es zunächst über-

flüssig, das Garn auf dem Wege von dem letzten Streckwalzenpaar bis zur drahtgebenden Spindel besonders gegen Zerreissen in Folge der Zentrifugalkraft zu schützen, wie das beim Flyer, S. 597, geschehen musste. Es genügt vielmehr, das Garn mit einem direkt oder indirekt mit oder um die Spindel sich drehenden Punkt zu verbinden und von diesem der Spule zuzuführen.

Gewöhnlich besteht deshalb das Drehorgan einfach aus einer erweiterten Spindel mit einem gabelförmigen Flügel, an dessen Gabelenden kleine spiralförmige Oesen angebogen oder angelöthet sind, welche zur Aufnahme des Garnes und zur Leitung desselben auf die Spule u dienen. Zur Umdrehung der Spindeln, die in 3000 bis 6000 Touren pro Minute erfolgt, dienen Schnüre (selten schmale Bänder) und Wirtel (oder kleine Riemscheiben mit Rändern) mitunter auch Reibungs- oder Hyperbelräder.

Bei der Aufwindebewegung (die Differenz zwischen der Spindel- und Spulen-Geschwindigkeit) ist hier ebenfalls innerhalb gewisser Grenzen eine Zugvermehrung im Garne zulässig, so dass diese Differenz durch eine Bremsung der Spule herbeigeführt werden kann. Eine solche Bremsung tritt, wenn die Spule auf einer Unterlage ruht, bereits durch das eigene Gewicht derselben ein. Ist dieses nämlich G und R der Halbmesser des Spulenrandes, so entsteht ein Reibungsmoment $G \cdot \frac{R}{2} f$., wenn f den Reibungskoeffizient bedeutet. Bei leerer Spule wirkt der Faden mit einem Zuge S an dem Hebelarm r (Radius der Spule) und so ist Gleichgewicht vorhanden, wenn,

$$S\,r = G\,\frac{R}{2}\,f, \text{ oder } S = G \cdot \frac{R}{2\,r}\,f.$$

Indem aber r allmählich grösser wird, z. B. in r_1 übergeht, wächst auch das Gewicht G um das Gewicht Q des aufgewickelten Garnes und daher findet dann die allgemeine Gleichung Statt:

$$S_1\,r_1 = (G + Q)\,\frac{R}{2}\,f, \text{ oder } S_1 = (G + Q)\,\frac{R}{2\,r_1}\,f.$$

Soll nun die Spannung im Garne konstant bleiben, so muss sein

$$G\,\frac{R}{2\,r}\,f = (G + Q)\,\frac{R}{2\,r_1}\,f, \text{ oder } \frac{r_1}{r} = \frac{G + Q}{G}.$$

Da mit der Zunahme des Garnkörpers nun sowohl der Durchmesser, als das Gewicht der Spule wächst, so tritt bei richtiger Wahl der Spulenhöhe schon ohne Weiteres eine solche Ausgleichung ein, dass dieselbe in vielen Fällen genügt. — Unter Unständen, bei denen eine Nachhilfe erforderlich ist, wird noch ein kleiner Bremsapparat hinzugefügt, der entweder aus einem kleinen Windfang oder besser aus einer Schnur besteht, die um den unteren Spulenrand gelegt und durch ein Gewicht angezogen wird. Da hierbei die Grösse der Bremsung wesentlich mit von dem Umfangswinkel α abhängt, so regulirt man sie durch Veränderung dieses Winkels, was dadurch geschieht, dass man die Schnur je nach Bedürfniss in verschiedene Ausschnitte einer Platte legt, damit sie einen verschieden grossen Bogen umspannt.

Indem bei dieser Anordnung die Spule durch den Zug des Garnes zum Mitlaufen, durch die Bremsung aber zum Zurückbleiben veranlasst wird, muss das vom Streckwerk gelieferte Garn in Folge dieses Zurückbleibens (*Drag*) aufgewickelt werden, wodurch der ganze Aufwindemechanismus des Differenzialflyers in Wegfall kommen kann. Es ist nur er-

forderlich, zur Erzeugung der Reibung an der unteren Spulenrandfläche die Oberfläche der Spulenbank mit Scheiben von Tuch, Filz, Leder, Kork u. dergl. (*Drag-washer*) zu versehen.

Zu der Aufwindebewegung gehört ferner noch die Verschiebung der Spulen in der Richtung ihrer Achse um die Höhe des Garnkörpers. Diese Verschiebung erfolgt bei sämmtlichen Spulen gleichzeitig durch eine entsprechende Bewegung des Spulenträgers (Spulenbank, Wagen, Chariot, *Copping rail*) vermittelst Hebel oder Ketten mit Herzscheiben, Schnecken u. dergl. Je nachdem die Spulen zylindrisch oder birnförmig (wie bei der Mulemaschine) bewickelt werden sollen, bleibt die Grösse der Wagenbewegung konstant oder wird bei jeder Bewegung etwas kürzer.

Die mit einem Streckwerk und erweiterten Spindeln ausgestattete Feinspinnmaschine führt den Namen Watermaschine[1]) (Drosselmaschine, Drosselstuhl, Continue, *Throstle*, *T. frame*, *Spinning frame*). In der Regel besitzt sie, wie Fig. 428, welche eine Watermaschine für Baumwollspinnerei darstellt, zeigt, zwei parallele Reihen Spindeln, deren Gesammtzahl zwischen 96 bis 300 schwankt, gewöhnlich 288 beträgt. Zwischen beiden Spindelreihen befindet sich etwas höher der Träger, Aufsteckrahmen, für die mit Vorgarn gefüllten Spulen und das Streckwerk, sowie weiter unten der Mechanismus für die Bewegung der Spindeln, Spulen und Streckwalzen. Der Antrieb für sämmtliche Bewegungen erfolgt von einer Trommelwelle g, welche zu dem Zwecke auf ihrer Verlängerung ausserhalb des Maschinengestelles Riemscheiben besitzt und daher direkt von der Betriebswelle die Drehung empfängt. Mit der Welle werden zwei Trommelwellen durch Stirnräder in Verbindung gebracht. Die Treibschnüre zur Bewegung der Spindeln laufen als Band ohne Ende so um die Trommeln und die Wirtel, dass sie die ersteren fast ganz umspannen, dadurch eine grosse Länge erhalten und mehr Sicherheit gegen das Gleiten bieten, als bei Anwendung einer einzigen Trommel. Zur Bewegung der Streckwerke dienen Wechsel- und Transporteurräder, welche nach der durch den gewünschten Draht bestimmten Drehgeschwindigkeit ausgewählt und ebenfalls von der Trommelwelle angetrieben werden. Desgleichen erfolgt von demselben Rädersystem aus die Wagenbewegung. Zu dem Zwecke hängen die beiden, durch kurze Arme t mit den vertikalen Führungsstangen of verbundenen Wagen oder Spulenbänke, durch diese in den Büchsen o und m gleitenden Stangen an den Ketten k, welche mit den Winkelhebeln e fest verbunden sind und durch das Wagengewicht die Rollen der anderen Winkelarme gegen die Herzscheibe d anpressen. Durch Drehung dieser Herzscheibe erfolgt sodann eine Ortsveränderung

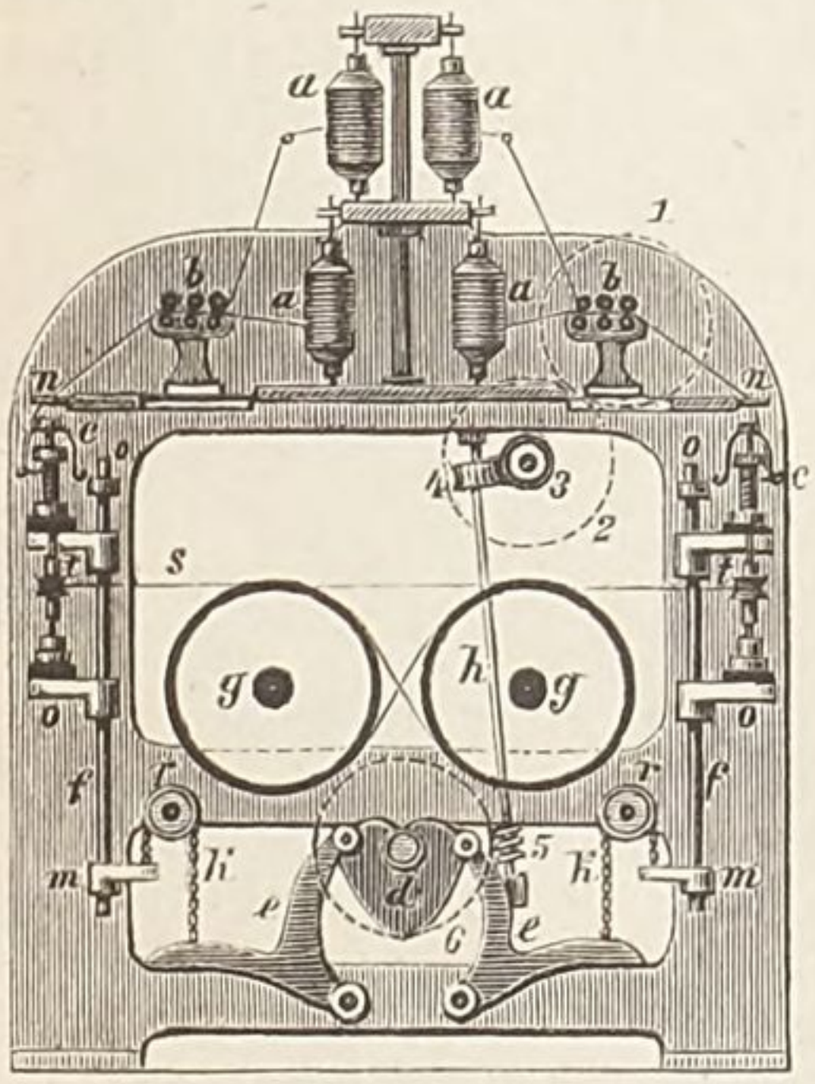


Fig. 428.

1) Berliner Verh., 1864. S. 142. — Publ. ind., V. 9. 270. — Polyt. Centr., 1857. S. 696 u. 706; 1859. S. 989; 1861. S. 247; 1862. S. 1207; 1863. S. 945; 1865. S. 232, 1330 u. 1553; 1868. S. 658; 1871. S. 1078. — Dingler's Journ., Bd. 144. S. 417; Bd. 148. S. 340; Bd. 155. S. 263; Bd. 157. S. 177 u. 274; Bd. 160. S. 9; Bd. 175. S. 258; Bd. 179. S. 112; Bd. 188. S. 374.

der beiden Hebelenden, als eine Bewegung der Wagen mit Hilfe der über Leitrollen r laufenden Ketten K. Indem hierbei die Anordnung getroffen ist, dass die Wagen mit einander abwechselnd steigen und niedergehen, ist zugleich die Regelmässigkeit dieser Bewegung erhöht. Um die Aufwickelung des Garnes auf die Spulen mit vollkommener Gleichförmigkeit zu erreichen, sollte die Wagengeschwindigkeit nach jeder Lage (S. 598) etwas kleiner werden. Zu Gunsten der Einfachheit in der Konstruktion verzichtet man in der Regel auf diese Aenderung, in Folge dessen dann die Fadenwindungen allmählich einen etwas grösseren Abstand von einander erhalten. Die Bewegung der Herzscheibe wird an der in Rede stehenden Maschine von dem Streckwerke aus durch die Stange h bewirkt, welche durch die Schnecke 3 und das Schneckenrad 4 in Drehung versetzt wird und diese Drehung durch die Schnecke 5 auf das Schneckenrad 6 überträgt, welches auf der Welle d festgekeilt ist.

Die eben beschriebene Watermaschine giebt ein allgemeines Bild von dieser Gattung Feinspinnmaschinen. Im Einzelnen und im Ganzen kommen viele Abweichungen vor, wovon die wesentlichsten hier kurz erwähnt zu werden verdienen. — Zunächst gehören dazu die verschiedenen Konstruktionen der Dreh- und Aufwickelorgane, welche theils eine erhöhte Produktionsfähigkeit in Folge Vergrösserung der Geschwindigkeit, theils eine bequemere Bedienung (schnelles Auswechseln der gefüllten Spulen und leichtes Einziehen abgerissener Fäden) bezwecken. Bemerkenswerth in dieser Richtung ist die in Fig. 429 dargestellte Ringspindel (Niagaraspindel, *Ring spindle*, *Ring and Runner*, *Niagara trostle*), welche aus einem runden Metallring mit dickem Rand besteht, auf dem eine Oese (Fliege, *Runner*, *Traveller*) im Kreise herumläuft und als Fadenführer dient. Diese etwa 6 mm. weite Oese wird entweder von einem Flügelarm herumgeführt oder durch den Zug des sich auf die Spule aufwickelnden Garnes nachgeschleift. In diesem letzteren Falle erfolgt die Bewegung der Oese indirekt durch die Spule, welche sich wie die Spindel dreht. Zur Ertheilung des Drahtes muss die Oese sich mit derjenigen Geschwindigkeit drehen, welche fast die Spindel erhält, während zur Aufwindung wieder zwischen Oese und Spule die Aufwindebewegung hervorgerufen werden muss. Weil nun die Oese durch die Spule gedreht wird, so muss diese eine Umdrehung erhalten, deren Zahl gleich ist derjenigen der Umdrehung der Achse plus derjenigen der Aufwindebewegung. — Die hier indirekt auch den Draht ertheilende Spule wird auch wohl die Aktive genannt, gegenüber der blos durch Reibung zurückbleibenden passiven. — Bei der aktiven Spule erhält die Oese auf dem Ringe eine Reibung in Folge der Resultirenden aus den Spannungen des von oben aus dem Streckwerk kommenden und des nach der Spule gehenden Fadenstückes und dadurch die zum Aufwinden erforderliche Verzögerung. Besonders hervorzuheben ist die grosse Produktionsfähigkeit der Ringspindel, da wegen der geringen bewegten Masse die Spule 8 bis 10000 Umdrehungen in der Minute zu machen im Stande ist. — Zu den Einrichtungen mit aktiver Spule gehört auch die sogenannte Danforth-Spindel (*Cap spinner*), bei welcher der Faden durch Reibung an der unteren Kante einer über der Spule hängenden Stahl- oder Glasglocke zurückgehalten wird.

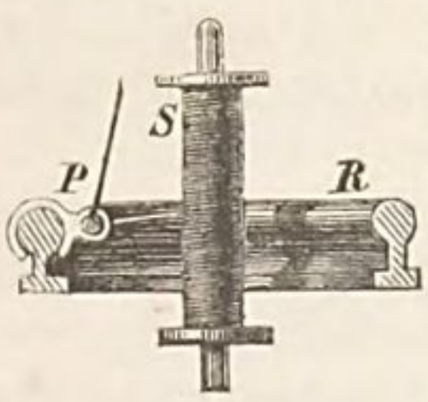


Fig. 429.

Für besondere Zwecke erleidet die Watermaschine auch im Ganzen mancherlei Abänderungen, namentlich in dem Streckwerk, welches S. 564 dem Spinnmaterial angepasst werden und deshalb verschieden sein muss,

je nachdem kurzes oder langes Material zum Spinnen vorliegt. Sodann wird mit derselben oft eine Vorrichtung verbunden, welche ein Anfeuchten oder Durchnässen des Garnes unmittelbar vor der Drahtgebung veranlasst. Solche und ähnliche durch das Spinnmaterial bedingte Abänderungen werden später bei der Beschreibung der verschiedenen speziellen Verfahrungsarten aufgeführt werden.

Eine Vergleichung der beiden Feinspinnmaschinen (Mule- und Watermaschine) lässt leicht erkennen, dass beide ihre Vortheile und Nachtheile haben, die bei der Auswahl derselben abgewogen werden müssen und die wesentlich in Folgendem bestehen.

Die Watermaschine zeichnet sich durch einen höchst einfachen Bau wegen des ununterbrochenen Spinnprozesses, durch eine grosse Produktionsfähigkeit, durch geringen Raumbedarf und leichte Handhabung aus. Es liegt aber in ihrem Wesen, dass das Gespinnst in Folge des Aufwickelprozesses auf einen Zug in Anspruch genommen wird, den nur Garne von niedriger Nummer und starkem Draht ohne Gefahr zu ertragen vermögen. — Die Mulemaschine ist komplizirt im Bau, hat eine geringere Lieferungsfähigkeit (etwa $^3/_4$) als die Watermaschine wegen des unterbrochenen Spinnprozesses, verlangt einen grossen Raum für das Ausfahren des Wagens etc. und eine sehr aufmerksame Bedienung. Das Charakteristische derselben liegt aber darin, dass sie während des Spinnprozesses das Garn keinem merklichen Zuge aussetzt. — Daher ist die Mulemaschine für alle Fälle brauchbar, für das Spinnen hoher Nummern und schwach gedrehter Garne aber unentbehrlich; die Watermaschine nur zum Spinnen niedriger Nummern und stark gedrehter Garne brauchbar. — Wegen dieser Eigenthümlichkeiten beider Feinspinnmaschinen hat es auch nicht an Versuchen gefehlt, die Vortheile beider in einer Maschine zu vereinigen, d. h. feststehende Feinspinnmaschinen für Garne von hohen Nummern und schwacher Drehung zu bauen [1]).

Viertes Kapitel.

Die Nach- und Vollendungs-Arbeiten.

I. Haspeln und Numeriren.

Die Form, in welcher das Garn von den Spinnmaschinen abgeliefert wird, ist wie bei der Handspinnerei zweierlei Art, je nachdem dasselbe zu Kötzern oder auf Spulen aufgewickelt wurde. Zum Verbrauch, namentlich auch zum Versand ist die erste Form mit seltenen Ausnahmen ohne Weiteres geeignet, während die zweite Form schon aus dem Grunde stets die Ueberführung in eine andere verlangt, weil die Spulen in der Spinnerei verbleiben müssen. Allein auch Kötzer müssen bisweilen, namentlich wegen der mit dem Garn oft noch weiter vorzunehmenden Operationen (z. B. Färben) in eine andere Form gebracht werden.

Für viele praktische Zwecke hat sich als eine zweckmässige Form, diejenige eines grossen Ringes herausgebildet, welcher zusammengelegt gemeiniglich den Namen Strähn (Strang, Echeveau, *Hank*) führt, durch Umbinden (Fitzen) mit einem Faden (Fitzfaden) zusammengehalten und

---

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 455.

auf sehr einfache Weise dadurch hergestellt wird, dass man das Garn von den Spulen oder Kötzern ab auf eine Trommel von dem Umfange des verlangten Ringes aufwickelt. — Die erwähnte Trommel wird der Leichtigkeit halber gewöhnlich aus Holz angefertigt und zwar nicht in zylindrischer, sondern in prismatischer Form aus einzelnen (gewöhnlich 8) Stäben, ähnlich dem S. 507 in Fig. 377 bei k dargestellten Seidenhaspel. Sie führt auch speziell den Namen Haspel oder Weife (Dévidoir, *Reel*), wird mit horizotaler Achse ausgestattet, in der Regel mit der Hand, mitunter durch Riemenleitung in Bewegung gesetzt und so lang gemacht, dass mehrere (20 bis 50) Kötzer oder Spulen — welche zu dem Zwecke auf einen vor dem Haspel liegenden Tisch auf kurze Spindeln gesteckt sind — gleichzeitig so abgewickelt (Abhaspeln, Haspeln, Weifen, Dévidage, *Reeling*) werden können, dass sich die Strähne nebeneinander in Gängen auf den Haspel legen.

Da das durch den Haspel gebildete Polygon einen bestimmten Umfang erhalten kann, so besitzt man in diesem Werkzeug zugleich ein einfaches und vorzügliches Mittel, den Strähnen eine genau abgemessene Länge $L = U\,n$ zu geben, wenn U der Haspelumfang und n die Anzahl seiner Umdrehungen sind. — Erforderlich ist dann zur Vermeidung von Irrthümern, zur Kontrole und zur Bequemlichkeit an den Haspeln noch ein Zählwerk, welches die Anzahl der Umdrehungen stets erkennen lässt und bei einer gewissen Zahl durch Anschlagen an eine Glocke vermittelst eines Hammers etc. (der entweder direkt von dem Zählwerk oder durch Auslösung eines elektrischen Stromes zur Wirkung gebracht wird) laut anzeigt. In der Regel besteht das Zählwerk nur aus einer kleinen auf der Haspelwelle sitzenden Schnecke, welche in ein Schneckenrad mit bestimmter Zähnezahl und Zeiger eingreift. — Weil ferner, wie bereits S. 516 erklärt, die Länge des Garnes mit dem Gewicht in Beziehung gebracht, die Numerirung ausmacht, so dient der Haspel mit einer einfachen Wage zugleich als Numerirungswerkzeug. Da in diesem Falle das Haspeln und Wägen eines Strähnes genügt, dasselbe aber mit grosser Genauigkeit vorgenommen werden muss, so dient dazu ein kleiner, aus Metall genau gearbeiteter Haspel für einen Gang mit Zählwerk und Glocke (Probehaspel) und eine besondere Wage (Garnwage, Garnsortirwage, Balance à échantillonner les fils), welche entweder als kleine Schnellwage mit Laufgewicht (Romaine oder als Zeigerwage (*Quadrant*). —

Der Umfang des Haspels richtet sich nach den üblichen Numerirungssystemen, S. 516, welche ihrerseits wieder nach den Ländern, dem Material (Baumwolle, Flachs, Wolle etc.) nach Längen- und Gewichtseinheiten u. s. w. sehr verschieden und somit in bedeutender Anzahl vorhanden sind. Zu den üblichsten Numerirungssystemen gehören das französische und das englische. Das erstere hat als Grundlage Meter und Kilogramm in der Weise, dass diejenige Zahl, welche angiebt wie viel mal 1000 m. Garn erforderlich sind, um $^1/_2$ kg. zu wiegen, die Nummer bedeutet. Nach dem englischen System zeigt diejenige Zahl die Nummer an, welche angiebt, wie viel mal 840 Yards (768 m.) auf das Gewicht von 1 Pfund englisch (0,453592 kg.) gehen. Weil ferner nach dem französischen (metrischen) System der Strähn 1000 m., nach dem englischen aber 840 Yards hat, so bezeichnet die Nummer zugleich die Zahl der Strähne, welche auf die betreffende Gewichtseinheit gehen, wesshalb die Strähne auch Nummer oder Zahlen, auch Schneller (Echée, *Hank*, *Number*, *Skein*) genannt werden. — Der Bequemlichkeit wegen wird der Strähn noch in kleineren Partien abgetheilt, welche durch Umbinden eines Fadens gekennzeichnet sind, daher

Gebinde (Echevette, *Lea, Ley, Cut, Rap*) heissen und aus einer gewissen Anzahl Haspelumgängen (Fäden, Tours, Fils, *Turns, Threads, Boats*) bestehen. Nun hat nach metrischem System ein Strähn (= 1000 m.) 10 Gebinde und ein Gebinde 70 Fäden, folglich ist der Haspelumfang $= \frac{1000}{7 \,.\, 80} = 1^3/_7$ m. — Nach englischem System hat ein Strähn (= 840 Yards) 7 Gebinde und ein Gebinde 80 Fäden, desshalb ist hier der Haspelumfang $= \frac{840}{10 \,.\, 70} = 1^1/_2$ Yards. — Welche Abänderungen diese Systeme bei den Garnen aus verschiedenen Materialien erleiden, wird später bei den einzelnen Spinnereizweigen angegeben werden; desgleichen finden sich dort die speziellen, auf Sortiren u. dergl. bezüglichen Angaben. — Hier sei nur noch erwähnt, dass neuerdings ein internationales Numerirungssystem nach dem Metermass und Grammgewicht für sämmtliche Gespinnste (mit Ausnahme der rohen und filirten Seide) vorgeschlagen ist, bei dem die Nummer durch die Zahl ausgedrückt wird, welche angiebt, wie viel mal 1000 m. auf 1 kg. gehen. — Bei der Seide sollen 1000 m. als feste Längeneinheit und 100 mgr. als Einheit für das veränderliche Gewicht gelten.

Da es für einige Bestimmungen des Garnes wünschenswerth ist, dasselbe auf Knäuel (Pelote, *Ball*) oder kleine Spulen oder Kärtchen aufgewickelt zu haben, so mag hier noch erwähnt werden, dass auch zu diesen Arbeiten automatisch wirkende Maschinen (Knäuelwickelmaschinen[1]), Peloteuse, Machine à pelotes, *Balling machine, Ball winding machine*) Spulmaschinen und Kartenwickelmaschinen in Anwendung stehen.

II. **Zwirnen**[2]).

Der ganze Spinnprozess zeigt, dass man bei einer gewissen Länge der Gespinnstfasern über die Erzeugung einer bestimmten Garndicke nicht hinausgehen kann, wenn die Grundbedingung der Garnbildung (gleiche Lage der Fasern) erfüllt werden soll und dass man also gezwungen ist, dem Verlangen nach Garn mit grosser Tragfähigkeit, also bedeutender Stärke, wie sie oft an Nähgarn, Strick- und Stickgarn vorkommt, durch Zusammendrehen zweier oder mehrerer Garnfäden nachzukommen, weshalb das Zwirnen, S. 511, oft zu einer wichtigen Nacharbeit wird. Man erkennt leicht, dass die Operation des Zwirnens im Grunde mit derjenigen des Spinnens genau übereinstimmt und dass demnach die Spinnmaschinen (natürlich mit Weglassung der Streckwerke) auch zugleich die Zwirnmaschinen[3]) (Machine à retordre, *Twisting frame, Doubler, Twiner, Doubling machine*) repräsentiren, welche daher in zwei Systemen (Water- und Mule-Zwirnmaschinen) auftreten, wovon das erstere (*Twining throstle*) vorwiegend in Gebrauch und gewöhnlich so angeordnet ist, dass 96 Spindeln vorhanden sind, die mit 2000 bis 4500 Umdrehungen in der Minute zwirnen. —

Die äussere Einrichtung einer sehr gebräuchlichen Waterzwirnmaschine geht aus Fig. 430 hervor. Die abzuwickelnden Spulen a stecken auf Stiften eines Aufsteckrahmens A, der mehr oder weniger geneigt konstruirt ist. Die zu vereinigenden Fäden laufen unter einem Walzensystem b zusammen, um mit gleicher Spannung durch die Löcherschiene o zu den

---

1) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 353. — Dingler's Journ., Bd. 189. S. 35. 2) Techn. Encyklop., Bd. 25. S. 471. 3) Polyt. Centr., 1845. S. 146; 1857. S. 703 u. 1201; 1859. S. 986; 1860 S. 1679; 1862. S. 1298, 1481, 1482 u. 1483; 1863. S. 648; 1864. S. 1481. — Dingler's Journ., Bd. 155. S. 267; Bd. 157. S. 274; Bd. 167. S. 178.

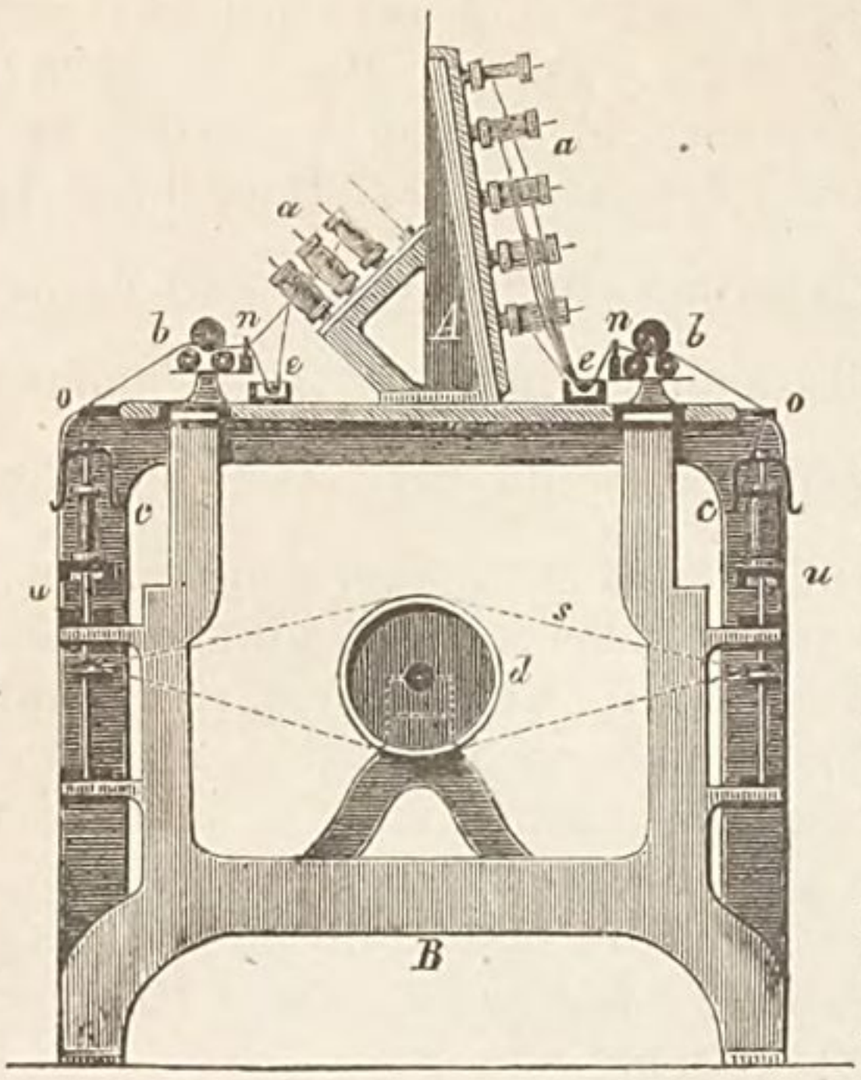


Fig. 430.

Spindeln c und von hier auf die Spulen zu gelangen, welche mit der Bank u, wie bei den Watermaschinen durch Ketten oder häufiger durch Zahnstange mit Trieb bewegt, auf- und niedergehen. Die Spindeln drehen sich von einer Trommel d aus vermittelst der Schnüre s. — Zum Nasszwirnen sind bei e kleine Wasserbehälter angebracht, durch welche die Fäden sich unter einem Stab hindurch ziehen, bevor sie in die Walzen b eintreten und das Streichblech oder den Fadenführer e (ersteres zum Abstreifen der Knötchen etc. dienend) zu passiren.

Um beim Zwirnen die Fäden möglichst nahe und fest an einander zu bringen, ist es in vielen Fällen erwünscht und nothwendig die Drehrichtung der Zwirnspindeln, derjenigen mit welcher das Garn erzeugt war, entgegengesetzt zu wählen.

Der Zwirn wird nach der Anzahl (2, 3, 4 bis 8) der zusammengezwirnten Fäden zweidrähtig, zweifädig; dreidrähtig, dreifädig (deux bouts, trois bouts, *two cord, two threads, two fold, tree cord, three threads, three fold*) etc. benannt. — Damit sämmtliche Garnfäden gleich beansprucht werden, müssen sie dieselbe Lage im Zwirn haben. Eine andere Lage, die bei nicht gleicher Anspannung der Fäden entsteht, ist ein Fehler. Der damit behaftete Zwirn heisst hohlsträngig, masseldrähtig, gemasselt, meisseldrähtig. Zur Vermeidung dieses Fehlers sind die Zwirnmaschinen mit einfachen Speisewalzen (wie bei der Zylindermaschine) ausgestattet und zur Beförderung des festen Zusammenlegens werden manche Garne nass gezwirnt, indem man sie vor dem Zusammendrehen durch einen an der Zwirnmaschine angebrachten Wassertrog laufen lässt.

Im grossen Massstabe dienen die Zwirnmaschinen zur Anfertigung von Schnüren (Bindfaden, Spindelschnüre, Seile, Stricke) und bilden einen wichtigen Apparat in der Seilerei. Gewöhnlich beruht dann jedoch ihre Konstruktion auf einem anderen Prinzip [1]). — Dass die gewöhnlichen Zwirnmaschinen leicht mit einer Einrichtung versehen werden können, um beim Zwirnen die in Strähnen gehaspelten Garne wieder von einem haspelähnlichen Rahmen abzuhaspeln, bedarf nur der Andeutung (S. später Spulmaschinen).

III. **Sengen, Lüstriren, Dämpfen.**

Das äussere Ansehen eines Garnes hängt wesentlich mit von dem Material ab, aus dem es hergestellt ist, insofern als langfaseriges, glattes, glänzendes Material ein gefälligeres, angenehmeres Ansehen erzeugt, als kurzes, rauhes, mattes, weil namentlich bei kurzem Material (Baumwolle) eine unzähliche Menge feiner Spitzen aus der Oberfläche hervorragen und dieselbe rauh und matt erscheinen lassen. Soll nun solches Garn ein glattes, glänzendes Aussehen erhalten, so muss es einem Prozess unter-

---

1) Techn. Lexikon, Bd. 1. S. 364. — Kick und Busch, Beiträge zur Spinnerei-Mechanik, S. 58, Wien 1868. — Denhöfer, Illustrirtes Seilerbuch, Leipzig 1869.

worfen werden, der die hervortretenden Faserspitzen beseitigt. Im Grunde genommen beruht die Herstellung des Glanzes in diesem Falle auf denselben Prinzipien, welche S. 439 für die Hervorbringung des Glanzes auf Metall oder Holz entwickelt sind, so dass auch hier die Erzeugung glatter Oberflächen auf zwei Wegen stattfinden kann: erstens durch vollständige Beseitigung der Spitzen und zweitens durch Niederlegen derselben in die Oberfläche des Garnes. — Beide Wege werden auch eingeschlagen, nur natürlich mit Mitteln, welche der Beschaffenheit des Materials angepasst sind. Die Beseitigung der Spitzen wird nämlich in der Regel durch Wegbrennen (Sengen, Grillage, *Singeing*) und das Niederlegen durch Ankleben mittelst eines Klebemittels bewerkstelligt.

A. Sengen. Diese Operation wird in einfachster Weise dadurch ausgeführt, dass man das Garn mit solcher Geschwindigkeit durch eine Flamme zieht, dass der Flaum auf der Oberfläche gleichmässig abgesengt wird, ohne dass der Faden Schaden leitet. Es genügt hierzu eine Geschwindigkeit des Fadens von 700 bis 800 mm. pro Sekunde. Um diese regelmässig hervorzubringen, dient eine einfache mit Spulen ausgestattete Garnsengmaschine[1]), welche das Garn durch eine Leuchtgasflamme zieht. — Die durch das Abbrennen entstehende Gewichtsverminderung erhöht natürlich die Garnnummern und zwar bei hohen Nummern um 4 bis 5 Prozent.

B. Lüstriren. Hiermit bezeichnet man den Prozess, welcher den Glanz nach der zweiten Methode hervorbringt. Er besteht wesentlich darin, dass man das Garn mit einer klebrigen Flüssigkeit tränkt und während des Trocknens dieser Flüssigkeit diese an den Garnkörper anstreicht. — Die Flüssigkeit ist entweder dünnes, bisweilen mit etwas Seife vermischtes, gekochtes Stärkewasser, Lein- oder Flohsamenabkochung, eine wässerige Lösung von arabischem Gummi, Traganth, Dextrin u. s. w., der man wohl, wenn das Garn nebenbei eine grosse Weichheit erlangen soll, etwas Glyzerin zusetzt. — Das Durchtränken des Garnes mit dieser Flüssigkeit geschieht entweder durch Einlegen der Strähne, Kötzer etc. oder dadurch, dass der Faden (wie bei dem später Erwähnung findenden Schlichten) beim Abwickeln durch einen mit dem Lüstrirwasser gefüllten Trog gezogen wird. — Die Ertheilung des Glanzes erfolgt entweder durch rotirende Bürsten oder polirte Walzen, welche das Garn passirt, während ein warmer Luftstrom oder mit Dampf geheizte Trommeln die Trocknung bewirken. — In der Regel pflegt man zur Ausführung dieses Prozesses einfache mechanische Vorrichtungen, deren Konstruktion den Schlicht- oder Stärkemaschinen verwandt ist, zu verwenden (Garnglättmaschinen[2]).

C. Dämpfen. Da durch das Eindringen von Wasserdampf zwischen die Fasern das daraus gesponnene Garn eine grössere Weichheit erhält und die Neigung zum Aufdrehen verliert, so setzt man wohl das Garn oft schon vor dem Haspeln, also in Kötzern, mitunter in besonders dazu hergerichteten Dämpfkästen einige Zeit der Einwirkung von Wasserdämpfen aus.

---

1) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 349. — Dingler's Journ., Bd. 136. S. 441; Bd. 153. S. 21. 2) Berliner Verh., 1856. S. 72. — Polyt. Centr., 1852. S. 591; 1855. S. 1166; 1858. S. 393; 1859. S. 316; 1860. S. 1662; 1861. S. 788. — Dingler's Journ., Bd. 122. S. 317; Bd. 123. S. 432; Bd. 137. S. 346; Bd. 152. S. 173; Bd. 158. S. 255; Bd. 161. S. 20.

Dritter Abschnitt.

Das Verspinnen einzelner Faserstoffe.

Um zu zeigen, wie die im vorigen Abschnitt gewonnenen Gesetze, sowie die beschriebenen auf eine allgemeine Grundlage gestellten Apparate, Werkzeuge und Maschinen zur Anwendung gelangen, nach der Beschaffenheit der Gespinnststoffe ausgewählt und zum Anpassen an die Material-Eigenschaften modifizirt werden, sind in Folgendem die wichtigsten Zweige der Spinnerei, nämlich die Baumwolle-, Flachs-, Werg-, Woll- und Seiden-Spinnerei, gewissermassen als Beispiele in solcher Kürze abgehandelt, wie es dem Rahmen dieses Buches entspricht und zwar deshalb auch ohne Berücksichtigung der Handspinnerei, wegen ihrer geringen nnd immer mehr abnehmenden Bedeutung.

Erstes Kapitel.

I. Baumwoll-Spinnerei [1]).

Da die Baumwolle ihrer Beschaffenheit nach der Gattung des kurzen Materials angehört (S. 468 etc.), so finden bei den in der Baumwollspinnerei üblichen Operationen, deren Gelingen wesentlich von der Länge der Fasern abhängt, auch nur diejenigen Gesetze und Apparate Verwendung, welche im vorigen Abschnitt für diesen Zweck näher erläutert wurden.

Nach S. 473 ist es üblich geworden, die sämmtlichen auf den Markt kommenden, wohl 50 verschiedenen Sorten in eine geringere Zahl, (z. B. acht) Klassen zu bringen. Dies setzt selbstverständlich voraus, dass man die verwandten Sorten zunächst entsprechend mischt. —

Während des Transportes hat die Baumwolle in den Ballen unter dem Einfluss eines hohen Druckes gestanden (S. 476) und sich in Folge dessen zu harten, zähen Klumpen zusammengeballt, in welchen sich zugleich noch eine grosse Menge Schmutz, Laub etc. befindet, weil eine vollständige Absonderung dieser Verunreinigungen beim Egreniren nicht erreicht werden kann. Deshalb bedarf die rohe Wolle einer starken Auflockerung und sorgfältigen Reinigung.

Da die weiteren Vorbereitungsarbeiten ausserdem naturgemäss in die Bildung des Bandes und Verwandlung dieses in Vorgarn bestehen muss, so ist der Weg vorgeschrieben, den man in der Baumwollspinnerei einzuschlagen hat und der demnach folgende Arbeiten der Reihe nach umfasst:

1) Die Mischung.
2) Die Auflockerung und Reinigung.
3) Die Bildung des Bandes.

---

1) E. Leigh, the science of modern cotton-spinning, Manchester 1874.—J. Hülsse, Technik der Baumwollspinnerei, 2. Abdruck, Stuttgart 1863. — M. Alcan, Traité complet de la filature du coton, Paris 1865. — J. Fischer, Der praktische Baumwollspinner, Leipzig 1855. — J. Fischer, Die neuesten Fortschritte in der Technik der Baumwollspinnerei, Leipzig 1862. — K. Neste, Die englische Baumwollenmanufaktur, Heidelberg 1865. — J. Hyde, Die Wissenschaft der Baumwollspinnerei. A. d. Engl. von Minssen, Breslau 1868. — B. Niess, Die Baumwollspinnerei in allen ihren Theilen, Weimar 1869. — J. Bourcart, Katechismus der Baumwollspinnerei, Zürich 1873. — C. Schmidt, Lehrbuch der Spinnereimechanik, Leipzig 1857. — Techn. Lexicon, Bd. I. S. 320. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 249; 1875. S. 9. — Techn. Encyklop, Bd. 21. S. 42. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1865. S. 100. — Polyt. Centr. 1875. S. 340.

4) Das Vorspinnen.
5) Das Feinspinnen.
6) Die Nach- und Vollendungsarbeiten.

1. Mischen.

Zum Zwecke des Mischens oder Gattirens (Mélanger, *Mixing*) werden diejenigen von der Umhüllung befreiten Ballen, welche der Mischungsabsicht entsprechen, in dem Mischungsraum übereinander gelegt, so dass die Vorderflächen eine vertikale Ebene bilden. Dann nimmt man an dieser Fläche von oben nach unten mittelst eines Rechens von sämmtlichen Ballen eine Portion weg, die zu einer Mischung (Mélange) vereinigt auf den Boden fällt und von hier nach dem nächstfolgenden Lokal transportirt wird. — In Bezug auf den Mischungsraum ist zu bemerken, dass derselbe trocken und daher gewöhnlich warm sein muss, damit die Baumwolle ohne grossen Feuchtigkeitsgehalt in die Auflockerungsmaschinen gelangt. Derselbe ist demnach sogar oft geheizt und mit kräftiger Ventilation versehen. — Zur Beseitigung des hygroskopischen Wassers wird die Wolle mitunter wohl einige Zeit in einer besonderen auf 25 bis 30° erwärmten Kammer liegen gelassen.

2. Auflockerung und Reinigung [1]).

Die Auflockerung und Reinigung der Baumwolle erfolgt nach und nach und beginnt in der Regel mit dem Oeffnen im Wolf, wird fortgesetzt durch das Schlagen in der Schlagmaschine und vollendet durch das Kratzen in der Kratzmaschine.

A. Oeffnen. Zum Oeffnen der Baumwolle kann wegen der Zartheit der Fasern nur ein Oeffner Anwendung finden, der auf dem Prinzip des Schlagwolfs, Fig. 431 beruht oder dem Uebergangssystem zum Reisswolf, Fig. 433 angehört. Wenn namentlich der letztere vielfach gebraucht wird, weil die Auflockerung eine günstigere ist, so stehen doch auch die Wölfe, Fig. 431 und namentlich der konische Willow, Fig. 432, mit Doppelsystem wegen ihrer grösseren Leistungsfähigkeit fast ebenso oft in Anwendung, trotzdem sie weniger gut reinigen, weil die Zertheilung der Klumpen eine mangelhafte ist.

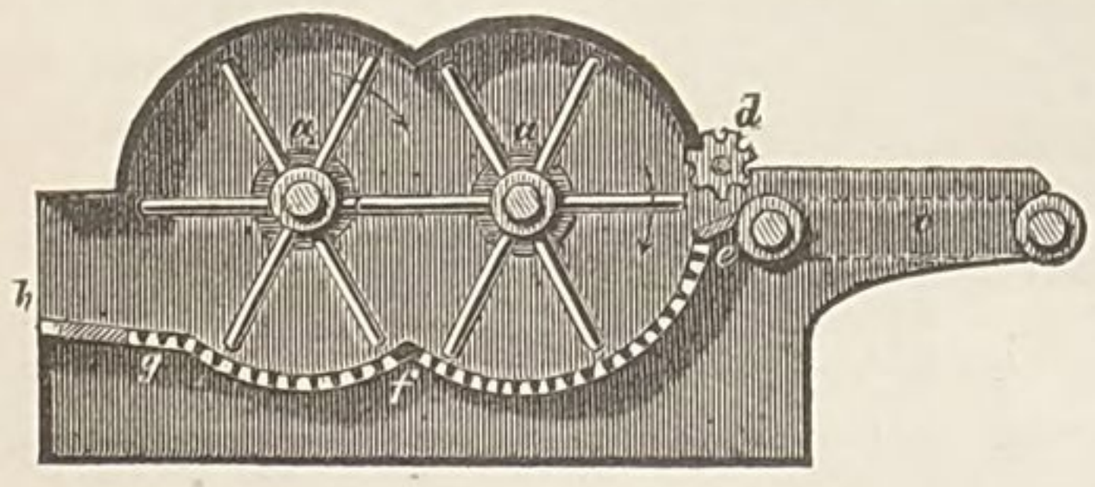


Fig. 431.

Es wird angegeben [2]), dass der Schlagwolf, Fig. 431, mit den S. 530 angeführten Geschwindigkeiten und einem Arbeitsaufwand von 1 Pferdestärke täglich etwa 1500 kg. Baumwolle öffnet, während der Oeffner, Fig. 433, mit den S. 532 bemerkten Geschwindigkeiten nur etwa 750 bis 1000 kg. liefert und 3 Pferdestärken erfordert. Am leistungsfähigsten ist der Oeffner, Fig. 432, mit 1600 bis 2800 kg. und einem Kraftaufwand von 1,5 bis 2,0 Pferdestärken [3]).

Von den anderen, S. 530 aufgezählten Wölfen werden noch verwendet die unter 2, 4, 5, 8 beschriebenen.

---

1) Dingler's Journ., Bd. 209. S. 89. 2) Techn. Lexikon, Bd. 1. S. 324 u. 326. 3) Polyt. Centr., 1862. S. 246.

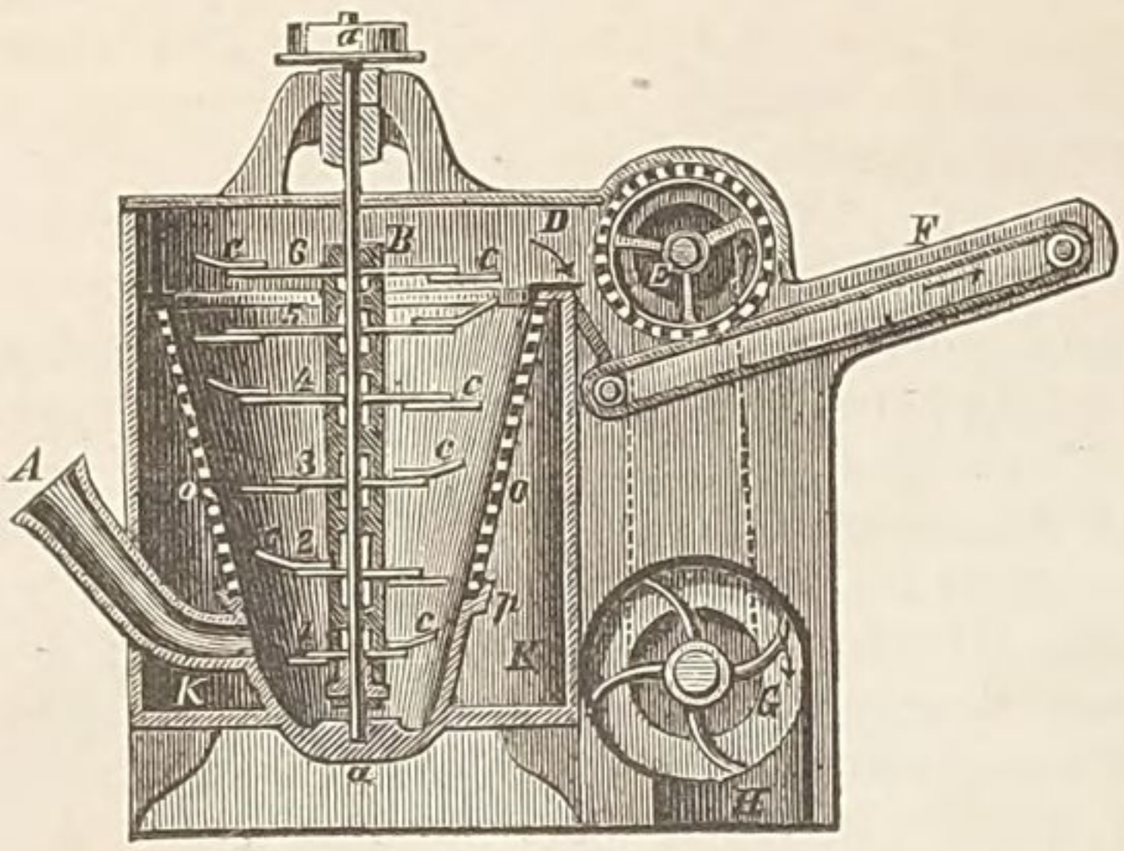


Fig. 432.

Als Mittel zum Transport der Baumwolle aus dem Mischungsraum zum Oeffner bürgert sich immer mehr die pneumatische Leitung ein. Dieselbe besteht aus einem 0,3 bis 0,5 m. weiten Rohr, das den Oeffner direkt mit dem Aufbewahrungsraum verbindet (S. 531) und von dem Ventilator des Oeffners einen kräftigen Luftstrom erhält, welcher die durch einen Arbeiter in abgemessenen Portionen in die trichterförmige Rohröffnung eingeworfene Baumwolle der Auflockerungsmaschine zuführt. Bringt man in diesem Rohre (das dann zweckmässig viereckig und aus Holz gemacht wird) ein jalousieartiges Gitter an, über

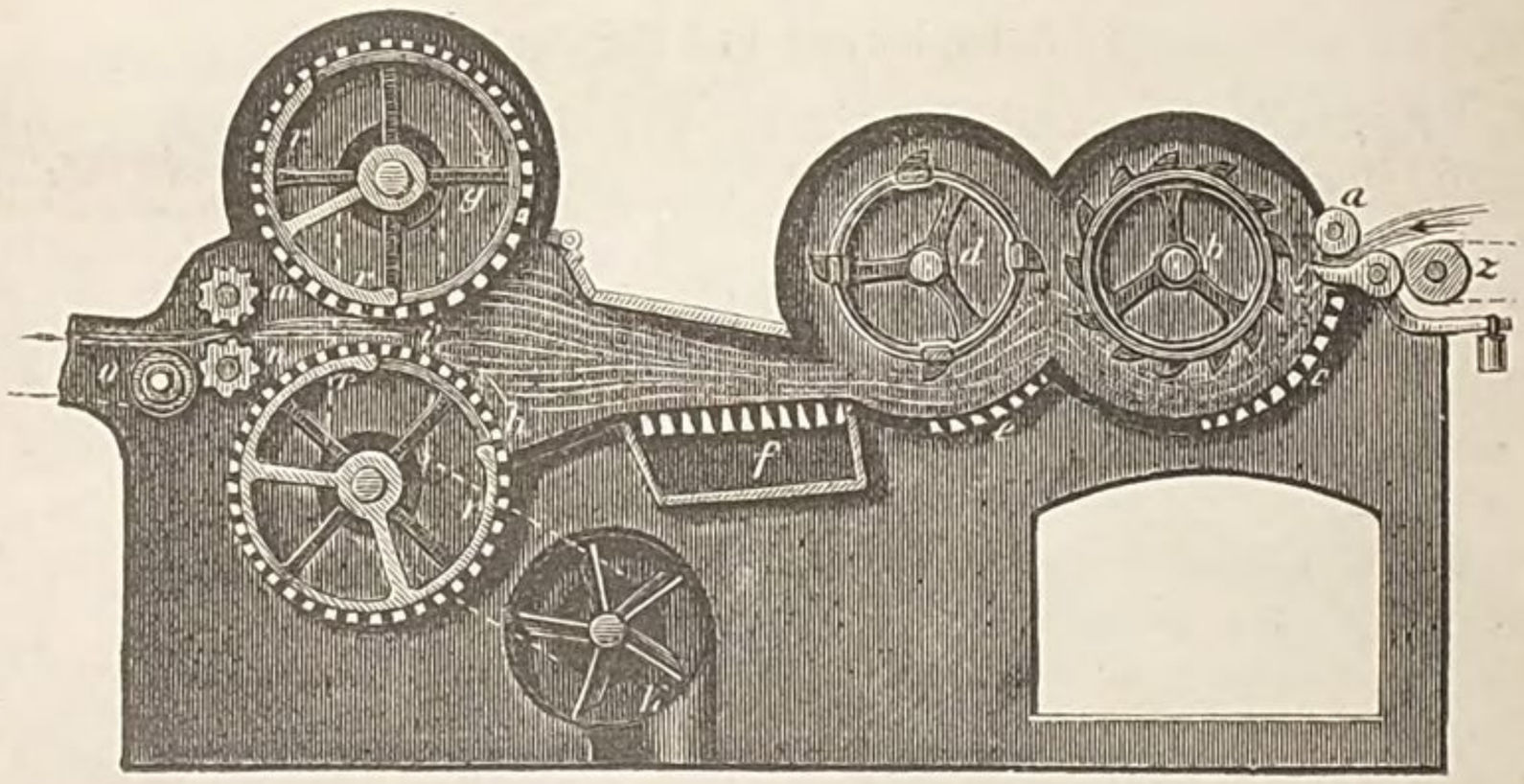


Fig. 433.

welches das Material wegfliegt, so tritt schon auf diesem Wege ein vortheilhaftes Voröffnen und eine bemerkenswerthe Absonderung des schweren Schmutzes ein, was wesentlich zur Schonung des Materials und des Oeffners beiträgt. Da ausserdem durch diesen Luftzug der genannte Raum gehörig ventilirt wird, so liegen gewisse Vortheile dieses Transportmittels auf der Hand.

In den Fällen, wo sehr stark geballte Baumwolle (ostindische) aufgelockert werden soll, geht dem Wolfen wohl eine Vorbereitung der Wolle durch Dämpfen[1]) voraus, die darin besteht, dass man die zertheilten Ballen portionenweise zu 40 bis 45 kg. in einen Blechkasten bringt, der davon etwa $^2/_3$ gefüllt wird und einen Löcherboden besitzt, durch den man Wasserdampf mit einem Druck von 4 Atm. etwa 1 Minute zu der Baumwolle eintreten lässt. — Auch hat man einen Dampfapparat mit dem Wolf so vereinigt[2]), dass die Baumwolle nach dem Dämpfen sofort in den Wolf gelangt oder umgekehrt nach dem Wolfen gedämpft wird. Da sich feuchtes Material schwer im Wolf verarbeitet, das Dämpfen nach dem

1) Dingler's Journ., Bd. 168. S. 349. 2) Civil-Ing., 1876. S. 67.

Wolfen aber eigentlich zwecklos ist, so sind diese Kombinationen nicht zur Geltung gelangt. — Werthvoller ist dahingegen die Vereinigung eines Schlagswolfes, Fig. 431, mit dem Oeffner, Fig. 432. —

B. Schlagen. — Das Schlagen folgt unmittelbar auf das Oeffnen oder vertritt in den seltenen Fällen, wo die Baumwolle nicht durch einen Wolf zu gehen braucht, z. B. dann wenn sie sofort nach dem Egreniren verarbeitet wird oder von hoher Qualität ist, das Oeffnen mit. — Unter allen Umständen dient dazu die Schlagmaschine [1]) oder der Batteur S. 534 in ihren verschiedenen Ausführungen, namentlich in durch Fig. 434

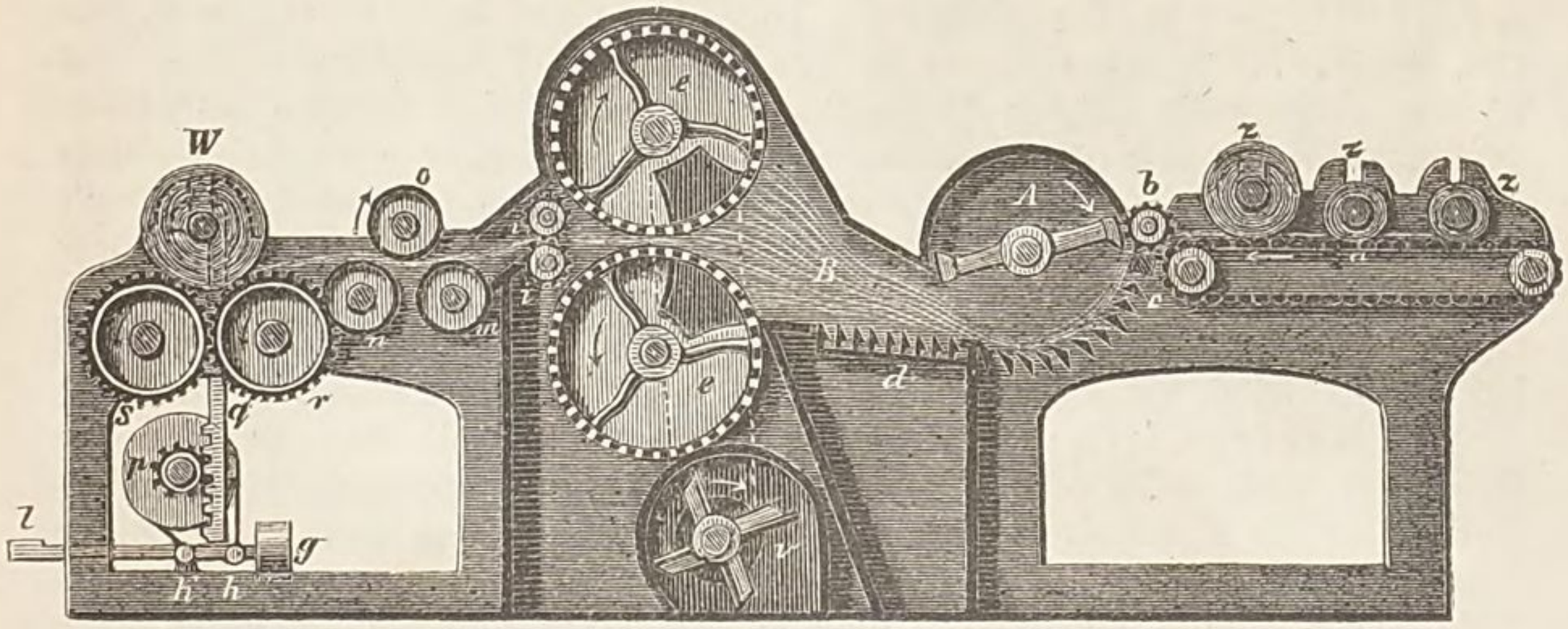


Fig. 434.

erläuterter Anordnung, indem sie die Baumwolle mindestens zweimal bearbeitet, entweder auf zwei getrennten Maschinen (erste und zweite Schlagmaschine) oder auf einer mit zwei Schlagsystemen S. 537 versehenen. Da mit der zweiten Maschine stets eine Wattenbildung veranlasst wird, so führt sie auch den Namen Watten- oder Wickelmaschine.

Die Bearbeitung im Wolf, durch welche gemeiniglich eine Gewichtsverminderung der Baumwolle um 8 bis 20 Prozent entsteht, hat das Material soweit gereinigt, dass man den weiteren Verlust erfahrungsmässig ziemlich genau weiss und dass man, besonders bei der Wattenmaschine, schon durch Aufgabe einer abgewogenen Menge Material zur Bildung eines Fliesses von bestimmtem Gewicht, also zur Vorbereitung einer vorgeschriebenen Garnnummer schreiten kann. Daher wird das Material so auf das durch Querstreifen abgetheilte Zuführtuch a gelegt, dass zwischen je zwei solcher Streifen gleichmässig verbreitet ein abgewogenes Quantum kommt. Da in der Regel je zwei Streifen 1 m, auseinander liegen und das Tuch 1 m. breit ist, so beträgt die abgetheilte Fläche 1 □m. Hierauf legt man durchschnittlich 300 bis 500 gr. Baumwolle, die nun je nach den Geschwindigkeitsverhältnissen eine Watte von bestimmter, nach S. 538 zu berechnender Stärke liefert. — Zur Vermehrung der Wattenregelmässigkeit ist ein Aufgabe- oder Speiseregulator mit Muldeneinführung, Fig. 383, um so mehr zu empfehlen, als man durch Anbringung desselben sogar das Abwägen ersparen kann, wenn die Einführwalze o richtig gegen die Mulde gestellt und letztere gehörig belastet wird.

Eine besondere Berücksichtigung verdient das Dupliren als ein wichtiges Mittel zur Hervorbringung einer konstanten Wattendicke, weshalb

---

1) Prakt. Masch.-Const., 1872. S. 319. — Dingler's Journ., Bd. 196. S. 421.

denn auch die Wickelmaschinen fast sämmtlich durch Anbringung des bei z gezeichneten Apparates zum Auflegen mehrerer Watten eingerichtet sind (Duplirmaschine). Die Zahl der gleichzeitig aufgelegten Watten beträgt 2 bis 4, durchschnittlich 3. — Dass bei Anwendung der Duplirmaschine die Geschwindigkeit ihrer Speisewalzen im Verhältniss zu der Zahl der vorgelegten Watten stehen muss, und dass die erste Schlagmaschine in diesem Falle ebenfalls Wickel abzuliefern hat, bedarf kaum der Erwähnung.

Da bezüglich der Leistungsfähigkeit und der Wirkung auf das S. 538 Gesagte verwiesen werden muss, so mag hier die spezielle Angabe genügen, dass die Schläger 1000 bis 1600 Umdrehungen (wenig für reine mehr für unreine Wolle) und der Exhaustor 1000 bis 1200 in der Minute macht. Die Speisewalzen erhalten 25 bis 50 mm. Geschwindigkeit, wonach auf 25 mm. Baumwolle 50 bis 60 Schläge kommen. Da sich ferner die Siebtrommel mit 35 bis 100 mm. pro Sekunde bewegt, so wird das Gewicht der Watte pro Flächeneinheit um das 1,5 bis 2fache geringer als die Auflage sein. — Bei diesen Geschwindigkeiten liefert die Schlagmaschine, je nach der Auflage, 900 bis 1200 kg. Watte pro Tag bei einem Arbeitsaufwand von 2,5 bis 3,0 Pferdestärken. — Eine Doppelschlagmaschine soll bei 12 bis 1500 kg. Leistung 5,67 Pferdestärken gebrauchen. [1])

C. Kratzen. Das Kratzen oder Krempeln soll den Schluss der Reinigung und Auflockerung bilden, indem es die Fasern so auseinanderzieht, dass sie sich gegenseitig isoliren und auch von dem noch anhängenden Staub, kurzen Fäserchen etc. abstreifen. Da aber mit dieser Isolirung die freie Beweglichkeit der Fasern entsteht, so ist es nun auch möglich nach S. 544, dieselben unmittelbar nach dem Kratzen in ein Band zu verwandeln, welches wegen der Zartheit des von der Kratzmaschine gebildeten Fliesses nur durch Zusammenziehen des Fliesses stattfinden kann, weshalb die Kratzmaschinen zum Zwecke der Bandbildung mit Trichtern und Drehtöpfen S. 544 ausgestattet sein müssen.

Die Baumwoll-Krempeln zeichnen sich zunächst durch einen feinen Beschlag aus, wenn derselbe auch je nach der Qualität des Materials verschieden ist, d. h. für gröbere Wolle aus stärkerem, für feinere aus schwächerem Draht bestehen muss. Die Drahtstärke variirt im Mittel zwischen 0,25 bis 0,4 mm., so dass etwa 45 bis 100 Zähne auf 1 □cm. stehen. Vielfach sind auch die Zähne aus geplättetem Draht, namentlich am Beschlag des Vorreissers in Gebrauch.

In der Baumwollspinnerei finden sämmtliche Kardensysteme Verwendung: Deckel-, Walzen-, Band-Kratze und die mit rotirenden Deckeln. — Da die Walzenkratzen S. 545 trotz der geringen Kardirungsfläche aber wegen der Mitwirkung der Wender quantitativ mehr leisten als die Deckelkratzen, letztere aber qualitativ günstiger wirken, so pflegt man jene für ordinäre, diese für feine Baumwolle vorzuziehen. Die Kratze mit rotirenden Deckeln oder Band ohne Ende kann in ihrer Wirkung als zwischen den beiden andern stehend angesehen und dem Betrieb eingereiht werden. — In den seltensten Fällen reicht ein einmaliges Kratzen aus; fast immer muss die Baumwolle durch zwei Maschinen bearbeitet werden, wovon die erste (Vorkarde, Grobkratze, Reisskrempel, Briseur, Carde en gros, *Breaker*, *Breaking card*) mit gröberem Beschlag oft mit platten Zähnen, Fig. 381 k, versehen ist und ein vorläufiges Kratzen bezweckt, während die zweite Maschine (Feinkarde, Reinkarde, Auskarde, Feinkrempel, Finisseur, Carde en fin, *Finisher*, *Finishing card*) wegen ihrer

---

1) Deutsch. Ind.-Zeit., 1867.

Bestimmung, die letzte Auflockerung zu vollziehen, mit feiner, schonender Garnitur beschlagen sein muss. — Diese Verschiedenheit der Aufgabe lässt es auch sehr oft zu, dass man als Vorkratze eine Walzen-, als Feinkratze aber eine Deckel-Kratzmaschine, Fig. 435, anwenden kann. —

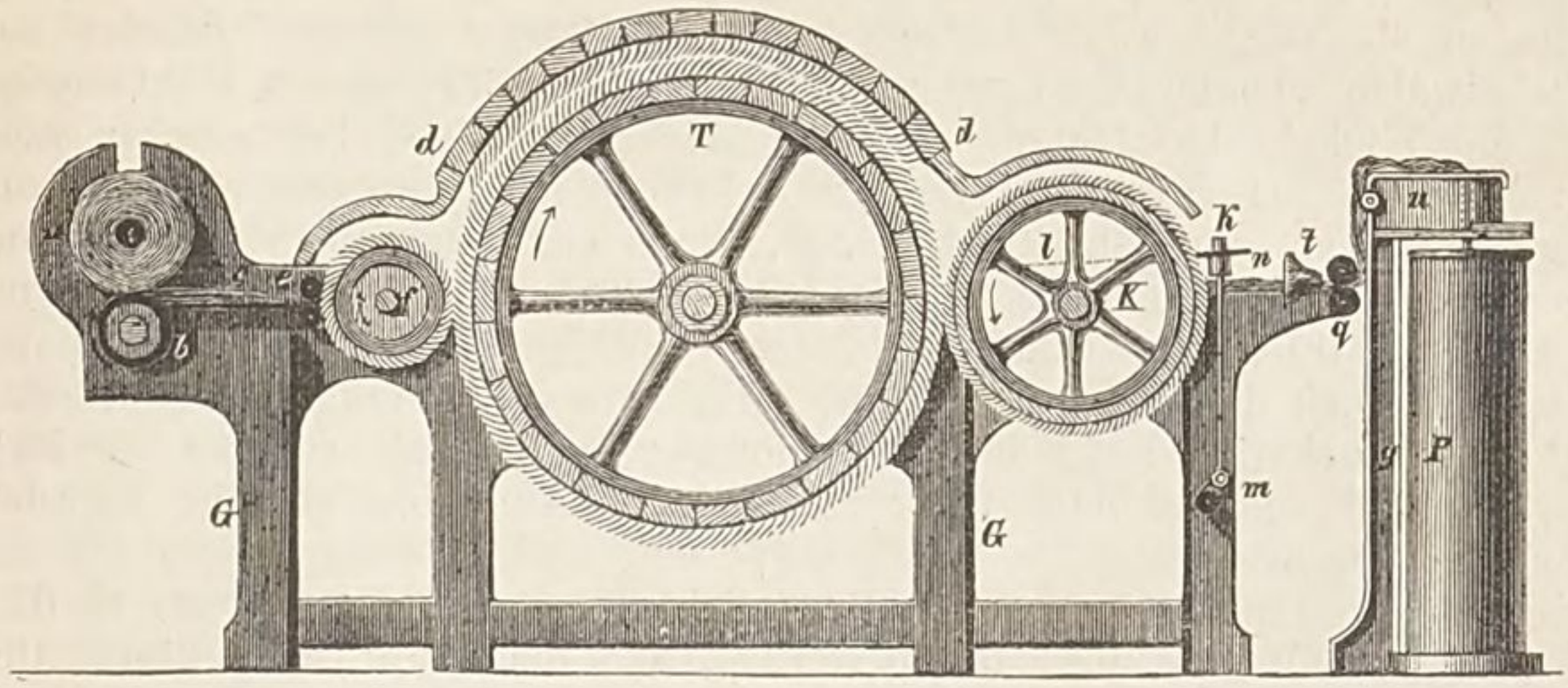


Fig. 435.

Wenn ein einmaliges Kratzen genügt (was bei der Erzeugung grober Garne mitunter der Fall ist), so empfiehlt sich sehr die Anwendung der kombinirten Karde *(Union-card)*, die mit Walzen und Deckeln ausgestattet ist, S. 546.

Doch mag hier bemerkt werden, dass es zur Schonung des Materials sehr rathsam erscheint, bei einmaligem Kratzen eine kleine Speisung anzuordnen, d. h. die Geschwindigkeit der Einziehwalzen zu vermindern (oft auf die Hälfte).

Ist die Anordnung getroffen, dass die Baumwolle in zwei Maschinen gekratzt wird, so ist sie von der Vorkarde zur Feinkarde zu bringen. Dieser Transport kann auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden. Entweder richtet man die Vorkarde auf Wickelbildung ein, d. h. man führt das vom Hacker abgeschlagene Fliess einer Wickelwalze (Aufroller, Fliesstrommel, Cylinder à nappe) zu, die später zum Abwickeln der Feinkarde in derselben Weise vorgelegt wird, wie der Schlagmaschinenwickel der Vorkarde. — Oder man lässt die Vorkarde auf die S. 514 angegebene Weise mit Hilfe des Apparates, Fig. 436, ein Band bilden, welches in Kannen etc. aufgefangen wird und führt dann so viel Bänder nebeneinander in die Feinkratze ein, dass die ganze Beschlagbreite davon eingenommen wird. Um hierbei die grosse Zahl von Kannen (wovon mitunter 50 bis 60 für eine Feinkarde vorhanden sein müssten) zu umgehen, werden gewöhnlich mehrere Bänder der Vorkratze zu mehreren schmalen oder einem breiten Wickel vereinigt und eine ausreichende Zahl solcher Wickel (1 bis 4) der Feinkarde vorgelegt. — Die Bildung solcher Wickel geschieht gewöhnlich mit Hilfe einer besonderen Maschine (Wickelmaschine, Duplirmaschine, Doupleur, Machine à réunir, M. à napper, *Lapping machine*, *Doubler*[1]), die zunächst aus einer Wickelwalze besteht, deren Länge gleich der Breite der Kratzmaschine ist, die also beide Wickel

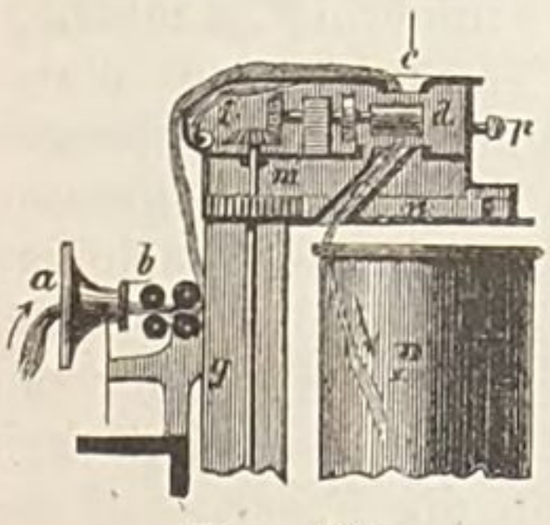


Fig. 436.

1) Berliner Verh., V. 6. S. 261. — Leigh, S. 114.

liefert und genau so umgetrieben wird, wie die Wickelwalze w, Fig. 434. Vor dieser Walze sind die Kannen (50 bis 60) in zwei Doppelreihen so aufgestellt, dass im Grundriss betrachtet, diese Reihen die zwei Seiten eines gleichschenkligen Dreiecks bilden, dessen dritte Seite die Wickelwalze einnimmt. Vor den Kannenreihen, die etwa 3,3 m. Ausdehnung haben, befinden sich dann zwei Speisezylinder, welche sämmtliche Bänder der Wickelwalze so ablenken, dass sie neben einander liegend rechtwinklig auf die Wickelwalze laufen. — Diese Wickelmaschine, bei welcher stets ein Mechanismus vorhanden ist, der wie bei den Strecken, S. 567, die Maschine sofort zum Stillstand bringt, wenn ein Band abgerissen ist, hat die früher oft angewendete Kanalanordnung[1]) (sog. Schweizer-System) ziemlich verdrängt. — Eine vollständige Beseitigung besonderer Transportmittel ist noch dadurch zu erzielen, dass man die Feinkarde unmittelbar mit der Vorkarde verbindet (Doppelkarde, *Double-carding engine*). Doch sind diese Maschinen nicht dauernd zur Aufnahme gelangt. — Auch eine «Epurateur» genannte Reinigungs- und Auflockerungsmaschine[3]) hat keine Verbreitung gefunden. — Bezüglich der Wirkung etc. auf S. 547 verweisend mag hier nur bemerkt werden, dass die Haupttrommel im Mittel 1 m. Durchmesser und 1 m. Breite hat und durchschnittlich 130 Umdrehungen pro Minute macht. Die 25 bis 30 mm. dicken Speisewalzen führen die Watte mit einer Geschwindigkeit von 50 bis 200 mm. pro Minute ein, während sie mit 60 bis 80 facher Streckung als Band abgeliefert wird. Die Leistung beträgt 26 bis 30 kg. täglich bei einem Arbeitsverbrauch von 0,5 bis 0,6 Pferdestärken. Nach anderen Angaben liefert bei einem Trommeldurchmesser von 1 m. in einem Tag à 12 Arbeitsstunden:

eine Vorkarde mit 12 bis 16 Walzen			an	33 bis 50	kg.
« Feinkarde mit 20 Deckeln			«	17 « 25	«
« Karde mit 10 Deckeln und 4 bis 5 Walzen			«	25 « 30	«

mit einem Kraftbedarf von je 0,2 bis 0,3 Pferdestärken. — In Betreff der Geschwindigkeiten der Walzen-Kratzen-Organe ist durchschnittlich anzunehmen, dass die Umfangsgeschwindigkeit des Wenders etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ und die des Arbeiters $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{120}$ der grossen Trommel beträgt.

Zum Putzen der Kratzmaschinen kommen die Selbstputzer[4]) S. 547 (Automatkrempel) immer mehr in Aufnahme, so dass sie wohl bald die Handputzerei ganz verdrängen werden. — Bei einigen Krempeln ist noch, wohl um das öftere Putzen der Trommel (Ausstossen) unnöthig zu machen, zwischen Deckeln und Abnehmer oder unter der Trommel eine Walze (Volant) angebracht, welche mit langen, geraden, feinen Zähnen bezogen ist, die wie Bürsten wirken und die Fasern aus dem Beschlag der grossen Trommel herausholen sollen, damit sie besser in das Bereich des Abnehmers gelangen, von diesem aufgenommen und nicht weiter mit der Trommel herumgeführt werden. Die Richtung der Volantbewegung muss daher mit der Richtung der Trommelzähne zusammenfallen und ihre Geschwindigkeit grösser als die der Trommelzähne sein, weil nur dann die Fasern auf die Zahnspitzen geschoben werden.

Das Schleifen der kratzenden Organe erfolgt fast ausschliesslich auf Schleifmaschinen, welche als Werkzeug eine runde umlaufende Schmirgelwalze besitzen, um welche die zu schleifenden kleineren Walzen (Arbeiter und Wender) so gruppirt und um ihre eigene Achse langsam gedreht

1) Armengaud, V. 13. S. 159. — Polyt. Centr., 1857. S. 26. 2) Armengaud, V. 13. S. 49. — Leigh, S. 94. — Dingler's Journ., Bd. 187. S. 196. 3) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 87. 4) Techn. Lexikon, Bd. 1. S. 336.

werden, dass 3 bis 4 gleichzeitig in Arbeit sind. — Die Deckel erhalten zum Zweck des Schleifens gegen die Schleifwalze eine tangentiale Hin- und Herbewegung, so dass ihr Beschlag zugleich eben abgeschliffen wird. Das Schleifen der grossen Trommel geschieht auf die S. 547 angegebene Weise.

D. Kämmen. Um für bestimmte Zwecke, namentlich zum Spinnen hoher Nummern, dann auch zum Verspinnen mit Seide gemischt etc. die längsten, feinsten Fasern aus der Baumwolle zu gewinnen, wird die letztere mitunter dem Kämmprozess S. 550 unterworfen, d. h. mit den für kurze Fasern anwendbaren Kämmaschinen gekämmt, weil die Handkämmerei aus S. 554 angegebenen Gründen vollständig ausgeschlossen ist. Von den verschiedenen Systemen wird das durch Fig. 405 S. 561 angedeutete als das zweckmässigste für das Kämmen der Baumwolle erklärt. Für das grosse Ganze der Baumwollspinnerei ist das Kämmen ohne grosse Bedeutung.

Der Abfall, welchen das Kratzen verursacht, besteht zum Theil in Fasern, zum Theil in denjenigen verunreinigenden Stoffen, welche durch das Schlagen nicht haben entfernt werden können. Die Fasern sammeln sich entweder in dem Deckel- (beziehungsweise Arbeiter-) Beschlag oder in demjenigen der grossen Trommel, wonach man Deckelabfall (Deckelwolle) und Trommelabfall (Trommelwolle) unterscheidet. Beide Abfälle gewinnt man durch Putzen und verarbeitet sie entweder zu ordinären, groben Garnen oder zu den im Handel vorkommenden Baumwoll-Watten (Ouate, *Wad*), wobei zu berücksichtigen ist, dass die Abfälle der Feinkratze feiner und werthvoller als die der Vorkratze sind und dass in beiden Fällen die Trommelabfälle die längsten Fasern enthalten. Die Abfallmenge richtet sich wesentlich nach der Reinheit der Wickel, variirt zwischen 3 bis 12 Prozent und vertheilt sich durchschnittlich in der Weise, dass $^1/_5$ auf Trommelabfall, $^2/_5$ auf Deckelabfall und $^2/_5$ auf Staub kommt.

3. Strecken, Dupliren.

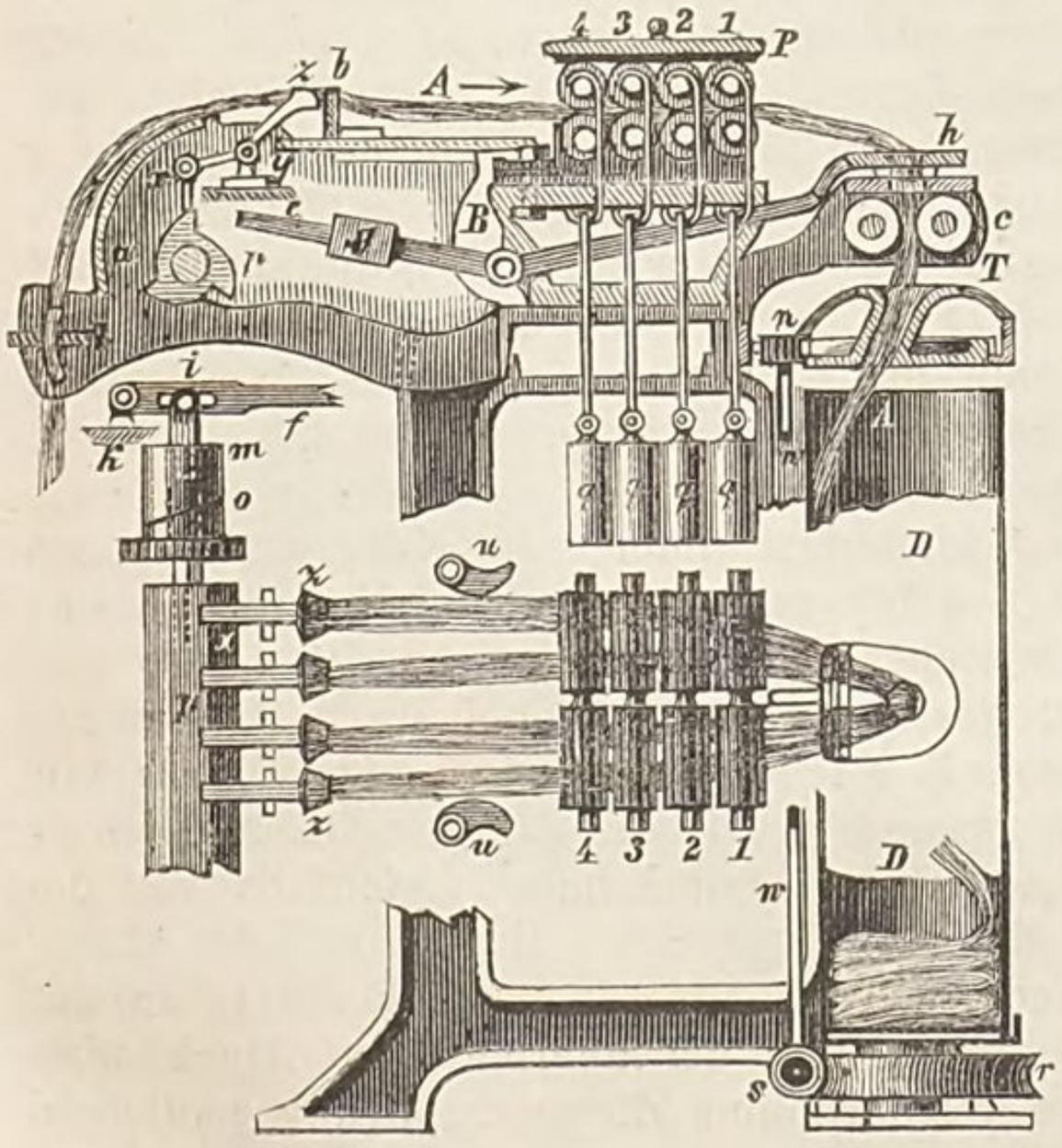


Fig. 437.

Wenn zwar die Bildung eines Bandes schon bei den Kratzmaschinen stattfindet und hierbei durch häufiges Dupliren auch eine grosse Regelmässigkeit erzielt werden kann, so fehlt doch diesem Bande die eigentliche charaktergebende Eigenschaft: die parallele Lage der Fasern in einem für das Gelingen des Spinnens erforderlichen Masse. — Zur Hervorbringung dieses Parallelismus und zur gleichzeitigen Vermehrung der Gleichförmigkeit ist vielmehr das Strecken und Dupliren auf besonderen Streckmaschinen unumgänglich nothwendig.

Das zum Strecken der Baumwolle dienende Streckwerk, Fig. 437, bedarf der Faserlänge entsprechend, solcher Streckwalzen

1) Lohren, Kämm-Maschinen, Stuttgart 1875.—Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 121. — Polyt. Centr., 1861. S. 781; 1862. S. 716. — Dingler's Journ., Bd. 121. S. 22.

4, 3, 2, 1, deren Achsenmitten zwischen 25 bis 35 mm. entfernt liegen und innerhalb dieser Ausdehnung sich dem Bedürfniss nach mit den Lagern (Stanzen), S. 567, verschieben lassen. Jedes Paar hat eine geriffelte Unterwalze und eine glatte mit etwa 12 bis 15 kg. belastete Oberwalze, worauf noch eine Putzwalze oder ein Putzdeckel P liegt. Die Zahl der Walzenpaare muss wenigstens 2 sein, ist aber mindestens 3, sehr oft auch 4, 5, 6 und sogar 8, weil bei gleicher Streckung eine grössere Anzahl das Material mehr schont, namentlich wenn die S. 566 erörterte Vertheilung eintritt. — Die vorstehende, in Fig. 437 dargestellte Streckmaschine kann als ein Typus der Baumwollstrecken gelten, so dass hier die nähere Beschreibung einer solchen Maschine überflüssig ist.

Die Relativgeschwindigkeiten der Walzenpaare richten sich in erster Linie nach der verlangten Streckung, dürfen aber nicht diejenige überschreiten, welche zu einer Verlängerung des Bandes auf das 8 bis 10 fache in einem Kopfe erforderlich ist. Da nun ferner die absolute Geschwindigkeit des letzten Paares durchschnittlich durch 300 Umdrehungen pro Minute bestimmt wird, also etwa 440 mm. pro Sekunde beträgt, so ergiebt sich die Grenze für die Geschwindigkeiten der anderen Walzenpaare. Die Abstufungen in den Geschwindigkeiten werden bemessen nach der Zahl der Walzenpaare, auf welche sie sich vertheilt. Bei 3 Streckwalzenpaaren erhält das zweite Paar eine $1^3/_4$ bis $2^1/_4$, das dritte eine 5 bis 6 mal grössere Umfangsgeschwindigkeit als das erste. Bei 4 Walzen gelten die Verhältnisszahlen 1 : 1,5 : 5,75 : 6,00. Bei 5 Walzen 1 : 1,67 : 3,31 : 3,66 : 7,30.

Weil zur Vermeidung des Schlaffwerdens des gestreckten Bandes das Abzugswalzenpaar, welches das Band in die Kanne leitet, eine grössere Geschwindigkeit haben muss, als die letzten Streckzylinder, so bestimmt sich das Streckungsverhältniss lediglich durch die Geschwindigkeiten der Einzieh- und der Abziehwalzen.

Die Duplirung erfolgt in der Regel in demselben Verhältnisse wie die Streckung, d. h. bei n fachem Verzug werden in jedem Kopf auch n Bänder zusammengelegt, weil eine Bandverdünnung selten beabsichtigt wird. Daher ergiebt sich das Gesammtresultat aus dem Verzug n und der Kopfzahl m, welche das Band passirt, so dass nach der Formel n^m die Zahl der Urbänder und das Streckungsresultat bestimmt wird. — Gewöhnlich werden nun vier Köpfe angewendet, so dass z. B. bei einer 6 fachen Streckung und Duplirung $6^4 = 1296$ Bänder der Kratzmaschine, jedes auf das 1296-fache gestreckt ist. Ein anderes Beispiel für Baumwollstrecken ist S. 567 angegeben.

Die gestreckten Bänder werden fast immer in Kannen und zwar Drehkannen aufgefangen; selten trifft man noch Kanalstrecken oder Pressionsstrecken. Ebenso stehen die Molettenstrecken nur noch wenig in Gebrauch. Die Kanalstrecken sind gewöhnlich da in Anwendung, wo die Kratzen als Kanalkratzen, S. 618, angelegt sind oder eine Wickelmaschine mehrere Kratzbänder zusammenlegt, die nun gemeinschaftlich der Strecke vorgelegt werden. Sie haben ihren Namen gleichfalls von dem Kanal erhalten, welcher vor der Streckmaschine liegt, und die sämmtlichen Streckbänder nebeneinander hergehend, einer Wickelwalze zuführt, welche wieder einen neuen Wickel erzeugt, der abermals der Strecke überliefert und nach entsprechender Wiederholung dieser Duplirung endlich als einfaches Band abgeliefert wird.

Da das gestreckte Band im weiteren Verlauf des Spinnens eine Duplirung entweder gar nicht mehr, oder doch nur noch vereinzelt erfährt, sondern nur durch weiteres Verziehen die erforderliche Feinheit bekommt,

so beginnt bereits beim Strecken die Nummerbildung, indem man das Gewicht einer bestimmten Bandlänge (nach Angabe S. 608) ausfindig macht, und dann das Band selbst, den später noch folgenden bekannten Streckungen entsprechend, durch Aenderung der Duplirung oder Streckung so vorbildet, dass die verlangte Feinheitsnummer entsteht. (Man sehe hierzu das am Schlusse angehängte Beispiel).

Endlich ist noch zu bemerken, dass auf der Streckmaschine auch ein Vermischen von Bändern verschiedener Wollgattungen stattfinden kann und darf, wenn die Faserlängen nicht gar zu sehr verschieden sind.

4. Vorspinnen.

Das gestreckte und duplirte Band passirt nunmehr eine oder mehrere Vorspinnmaschinen, um durch Streckung verfeinert und durch bleibenden oder vorübergehenden Draht mit solcher Festigkeit ausgestattet zu werden, dass es im Stande ist, ohne abzureissen, die allmählich zunehmende Verfeinernng zu ertragen. — Die Vorspinnmaschinen sind daher mit drei Hauptorganen versehen: dem Streckwerk, dem Drehorgan und dem Aufwickelapparat.

Das Streckwerk ist fast bei allen Maschinen gleich und besteht aus 3 bis 4 auch 6 Streckwalzenpaaren wie bei der Strecke Fig. 437, S. 619, die so bewegt werden, dass 4 bis 10fache Streckung stattfindet, die mitunter von einer Duplirung begleitet wird, bei der je zwei Bänder zusammenlaufen.

Je nachdem die Festigkeit des Vorgarnes durch vorübergehende oder bleibende Drehung vermehrt werden soll, kann man, wie oben ausführlich erörtert, die Vorspinnmaschinen in solche mit vorübergehendem und solche mit bleibendem Drahte eintheilen.

Bezüglich der ersteren ist zu bemerken, dass die sämmtlichen oben genannten Apparate zur Erzeugung eines vorübergehenden Drahtes in der Baumwollspinnerei in Anwendung gestanden, so dass die Eklipsmaschine, Plate Speeder, Röhrenmaschine und Rota-Frotteur zu den Baumwollspinnmaschinen gehören. Die mangelhafte, lose Beschaffenheit des Vorgespinnstes, welche vielen Abfall erzeugt und das Garn öfterem Zerreissen aussetzt, hat trotz ihrer bedeutenden Leistungsfähigkeit, S. 574, diese Gattung von Vorspinnmaschinen fast vollständig verdrängt, so dass sie nur vereinzelt noch vorkommen. Nur die Röhrenmaschine, Fig. 438, nach der angegebenen Konstruktion steht noch in einzelnen Fabriken für die Herstellung grober Garne in Gebrauch.

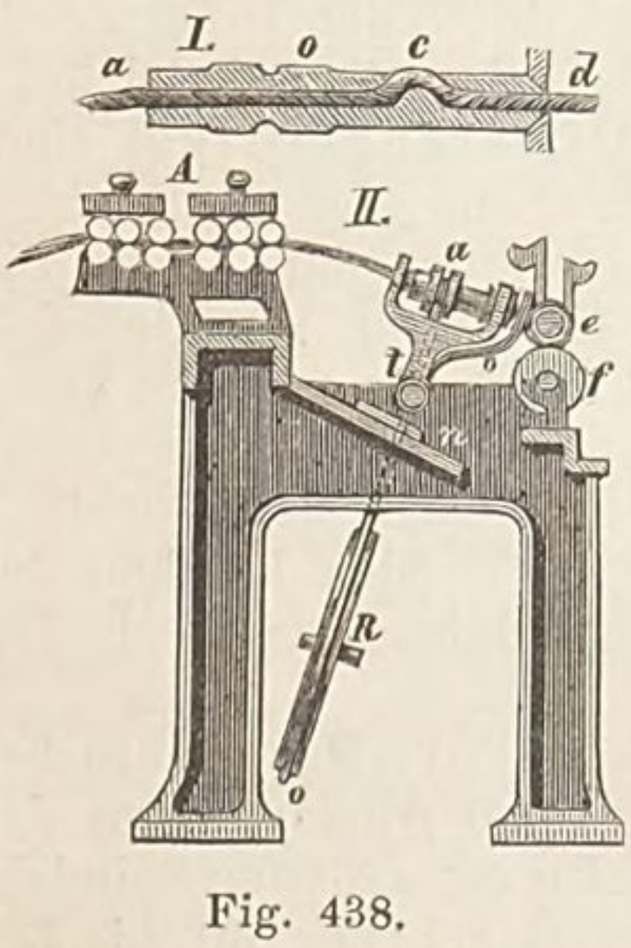


Fig. 438.

Auch von den Vorspinnmaschinen mit bleibendem Drahte, welche ebenfalls sämmtlich für den in Rede stehenden Zweck konstruirt wurden (Kannenmaschine, Spulenmaschine, Banc Abegg, Vorspinnmule, Spindelbank), gehört die grösste Zahl der Vergangenheit an, weil die Spindelbank nach und nach so vervollkommnet ist, dass sie die anderen Maschinen dieser Gattung überflüssig erscheinen lässt. — Nur wird manchmal noch die Banc Abegg für gröbere und die Vorspinnmule für ganz feine Garne verwendet.

Die Spindelbank oder der Flyer für die Erzeugung von Baumwollvorgarn hat im Allgemeinen die S. 600 mit Tafel I. auseinandergesetzten Eigenthümlichkeiten und besteht demnach aus dem Streckwerk, dem Dreh- und Aufwickelorgan.

Das Streckwerk ist aus 3 bis 4 Paar Streckwalzen von je 25 bis 28 mm. Durchmesser gebildet, wovon die unteren geriffelt, d. h. mit 50 bis 60 Riffeln versehen, die oberen Druckwalzen aber glatt und beledert sind. Die Zahl der Umdrehungen ist so bemessen, dass von dem letzten Walzenpaare so viel Garn hergegeben wird, als die vorgeschriebene Drehung verlangt, weil die Spindelgeschwindigkeit konstant ist. Ist daher w die Bezeichnung des Drahtes, d. h. ist $w = \frac{u}{l}$, wenn u die Zahl der Spindelumdrehungen und l die dazu gehörende Fadenlänge bedeutet, d = Durchmesser der Streckwalze und n die Umdrehzahl, so findet Statt: $l = d \cdot n \cdot \pi$, also weil $u = w\,l = d\,\pi\,n\,w$

$$\text{so wird} \quad n = \frac{u}{d\,\pi\,w}.$$

Wenn daher z. B. $u = 360$; $d = 27$; $w = \frac{1}{30}$ ist,

$$\text{so wird} \quad n = 126;$$

dann kommt auf 30 mm. eine Drehung. Soll dabei ferner eine 6 fache Streckung vorausgehen, so erhält das vordere Streckwalzenpaar bei gleichem Durchmesser 21 Umdrehungen.

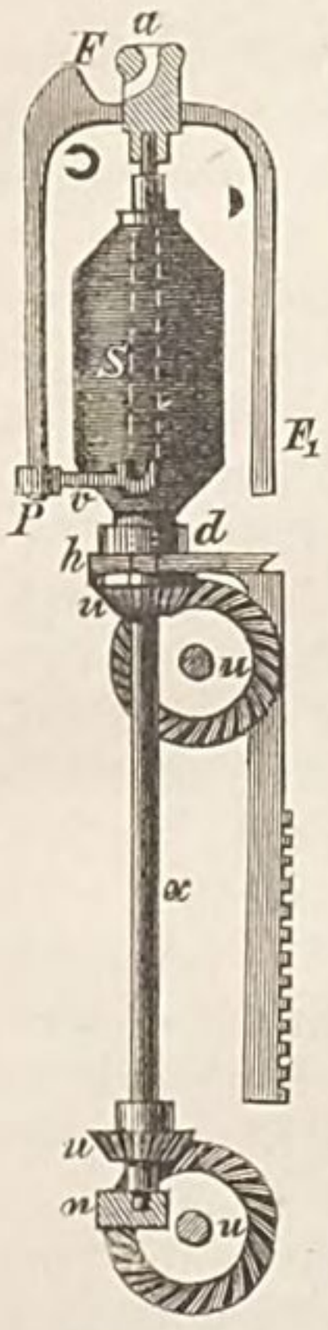


Fig. 439.

Das Drehorgan ist ziemlich überall die erweiterte Spindel mit Pressfinger (Pressflügel), Fig. 439 (selten kommen Glockenspindeln u. dergl. in Anwendung), welche durch Hyperbelräder angetrieben werden.

Zum Aufwickeln dient stets eine Spule und zwar gewöhnlich eine solche ohne Ränder, wie Fig. 439 zeigt, mit selbstständiger, nach den S. 597 entwickelten Gesetzen vor sich gehender Bewegung, welche durch den Differenzialmechanismus, Fig. 427, regulirt wird, so dass die Spindelbänke für Baumwollspinnereien sämmtlich Differenzialflyer sind.

Weil die erforderliche Verdünnung des gestreckten Bandes nur nach und nach erreicht werden darf, wenn die Gefahr für das Abreissen und die Erzeugung von Unregelmässigkeiten vermieden werden soll, so stehen mehrere Flyer hintereinander in Anwendung und zwar je nach der Feinheit der Nummer: 3 bis 5. Dieselben unterscheiden sich wesentlich nur in den Spindeln, die mit der wachsenden Feinheit des Garnes kleiner werden und von denen daher auch wechselnd eine grössere Zahl vorhanden ist.

Der erste Flyer (Grob- oder Vorflyer, Banc à broches en gros, *Coarse roving frame*, *Slubbing frame*) nimmt das Band von den Strecken auf, bedarf also der grössten Spindeln und besitzt derselben auch in der Regel nur 30 bis 50, welche sich mit 360 bis 480 Touren in der Minute drehen und so gross sind, dass sie 350 mm. lange Spulen zwischen sich nehmen, welche im gefüllten Zustande einen Baumwollkörper von 300 mm. Länge und 150 mm. an Durchmesser halten.

Der zweite Flyer (Mittelflyer, Banc à broches intermédiaire, *Intermediate roving frame*) erhält das Vorgarn von dem Vorflyer, 60 bis 80 Spindeln mit 540 bis 700 Umdrehungen und Flügeldimensionen für gefüllte

Spulen von 295 mm. Länge (wovon 260 auf das Garn kommen) und 120 mm. Durchmesser.

Der dritte Flyer (Feinflyer, Banc à broches en fin, *Finishing fly-frame, Roving frame*), welcher das Garn des Mittelflyers weiter verarbeitet und in der Regel den Schluss der Vorspinnmaschinen bildet, hat 80 bis 120 Spindeln, die sich 720 bis 900 mal drehen und deren Flügel Spulen von 220 mm. Länge (wovon 200 mm. aufs Garn kommen) und 100 mm. im Durchmesser bequem umspannen müssen.

Der vierte Flyer (Doppelfeinflyer, Banc à broches tout fine, *Fine roving frame*) besitzt gewöhnlich 100 bis 150 Spindeln mit 900 bis 1100 Umdrehungen und Spulen von 190 mm. Länge (mit 175 mm. aufs Garn) und 80 mm. Durchmesser.

Der fünfte Flyer (Extradoppelfeinflyer, Banc à broches superfin, *Superfine roving frame*) ist mit ebensoviel Spindeln als die vorige ausgestattet; doch erhalten diese 1100 bis 1300 Umdrehungen und liefern Spulen von 150 mm. Länge und 60 mm. Durchmesser.

Ein Unterschied zwischen dem Vorflyer und den andern liegt noch in der Art, in welcher das Material zugeführt wird, indem der Vorflyer dasselbe aus Kannen von der Streckmaschine, die anderen Flyer aber auf Spulen von den vorhergehenden Vorspinnmaschinen erhalten und demnach mit einem Spulengestell versehen sein müssen, wie bei der Mulemaschine Fig. 419, S. 580.

In Nummern nach englischem System ausgedrückt, kann man als Anhaltspunkte für die Wirkung nehmen, dass liefert

der 1. Flyer Garn von Nr. 1/4 bis 1 mit 0,5 bis 1,0 Drehung auf 25 mm.
« 2. « « « « 1 « 1 « 1,0 « 1,6 « « « «
« 3. « « « « 2 « 5 « 1,5 « 2,5 « « « «
« 4. « « « « 5 « 12 « 2,0 « 3,8 « « « «
« 5. « « « « 12 « 24 « 3,5 « 5,5 « « « «

Diese Angaben zeigen zugleich, dass der 4. und 5. Flyer eine weitgehende Vorbereitung herbeiführen und deshalb nur ausnahmsweise beim Spinnen hochfeiner Garne aus dem besten Material (Sea Island, Mako) verwendet werden.

Die mittlere quantitative Leistung der genannten Maschinen stellt sich pro Spindel

des Grobflyers auf 18 bis 120 kg. pro Woche à 72 Stunden
« 2. Flyers « 9 « 35 « « « « « «
« 3. « « 3,5 « 15 « « « « « «
« 4. « « 1,5 « 6 « « « « « «
« 5. « « 0,3 « 1,5 « « « « « «

Ist l die von den Vorderzylindern gelieferte Bandlänge pro Minute in m.; s die Zahl der Spindeln; p der auf den Umfang der Vorderzylinder reduzirte Widerstand in kg., so kann man nach Hartig [1]) die Betriebskraft [2]) in Pferdestärken durch die Formel bestimmen:

$$N = \frac{p \cdot l \cdot s}{4500}$$

wobei für Grobflyer mit Pressflügel $p = 5{,}5$ kg.
« Mittelflyer « « $p = 5{,}0$ «
« Feinflyer « « $p = 4{,}5$ «
« Extrafeinflyer « « $p = 4{,}0$ «
genommen werden kann.

1) Karmarsch-Hartig, Bd. II. S. 1063. 2) Deutsch. Ind.-Zeit., 1868. S. 413 u. 424.

Zu erwähnen ist noch, dass zur Hervorbringung der verschiedenen Drehungen die Streckwerksgeschwindigkeiten durch Wechselräder geändert werden; da man auf diesem Wege ebenfalls das Streckungsverhältniss ändert, so dienen diese Wechselräder sowohl zum Nummerwechsel als zum Drahtwechsel. Zur Vornahme dieses Wechsels kann man folgende kleine Tabelle benutzen

Vorgespinnst Nr.	Drehungen auf 25 mm. Länge für lange	für kurze Baumwolle
1/4	0,43	0,52
1/2	0,61	0,73
1	0,86	1,04
2	1,22	1,47
4	1,72	2,08
6	2,11	2,55
8	2,43	2,94
10	2,72	3,29
15	3,33	4,03
20	3,84	4,65

Nach der Feinheit der Vorgarne unterscheidet man sie im Allgemeinen, also auch wenn sie vom Flyer erzeugt sind, in: Grobes starkes Vorgespinnst, Lunte oder Docht (Mèche, Boudin, *Slab*, *Slub*, *Coarse roving*) und in feines Vorgespinnst, Vorgarn (Fil doux, *Fine roving*) wo das erste von der ersten, das letzte von der letzten Vorspinnmaschine herstammt, und dieses also an die Feinspinnmaschine abgeliefert wird und zwar stets auf Spulen gewickelt.

5. Feinspinnen.

Die Aufgabe des Feinspinnens besteht darin, das Vorgarn durch Streckung und bleibende Drehung in fertiges Garn von bestimmter Feinheit, also Nummer zu verwandeln. Da diese Nummern aber von ausserordentlichem Wechsel sind, wegen der unzählichen Verwendungen der Baumwollgarne zum Weben, Nähen, Stricken, Wirken, Sticken etc., so ist zugleich das Mass der erforderlichen Streckung, sowie auch dasjenige der Drehung sehr verschieden, da es nicht zulässig ist, auf den Vorspinnmaschinen die Streckung unter allen Umständen so weit zu treiben, dass die Möglichkeit vorhanden wäre, das Feinspinnen auf Maschinen zu bewirken, auf denen die Streckungsorgane stets gleichbleibende Geschwindigkeiten besitzen. Deshalb ist zunächst dem Streckwerk (welches im Uebrigen ganz mit demjenigen der Vorspinnmaschinen übereinstimmt) eine Einrichtung durch Wechselräder zu geben, welche einen starken Verzugswechsel zulässt, wodurch dann zugleich die Drehung regulirt wird.

Die letztere hängt von Gründen ab, welche S. 513 etc. näher erläutert sind und wird durch die Formel $u = a\sqrt{N}$ wo a die S. 517 angegebenen, allerdings manchmal sehr schwankenden Werthe hat, aber für Kettengarn im Mittel auf 3,5, für Schussgarn im Mittel auf 3 angenommen werden kann.

Als Feinspinnmaschinen (Machine à filer en fin, Métier en fin, *Spinning machine*, *Spinning frame*) stehen ausschliesslich Mulemaschinen und Watermaschinen in Gebrauch.

Die Baumwoll-Mulemaschine, Mule jenny (Mull jenny en fin, *Mule spinning frame*, *Spinning mule*) ist durchaus nach den Grundsätzen gebaut, welche S. 577 für den unterbrochenen Spinnprozess entwickelt sind und besteht daher (Fig. 440) aus dem Spindelwagen W, dem Auf-

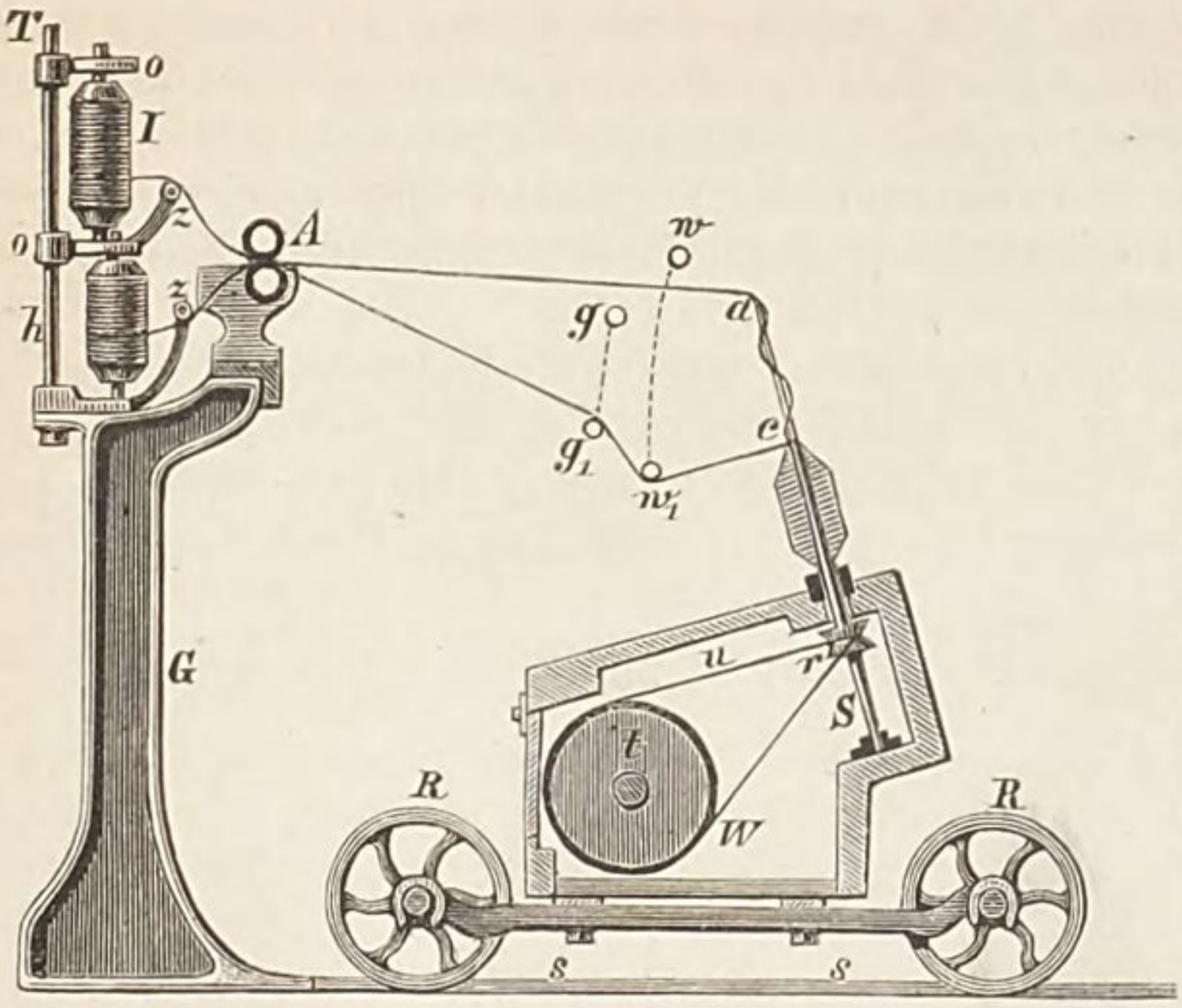


Fig. 440.

streckrahmen (Bâtelier, *Creel*) FG zur Aufnahme der mit Vorgarn versehenen Spulen I und des aus 3 bis 6 Walzenpaaren bestehenden Streckwerks A und des Headstocks mit dem Triebwerk, wie Fig. 441 nochmals vor Augen führt.

Als Selfaktor ist sie in der Regel doppelt gebaut, d. h. der Triebstock oder Kopf so gestellt, dass nach beiden Seiten hin sich ein Aufsteckrahmen anschliesst und der Wagen den Antrieb fast in der Mitte (der Bequemlichkeit des Arbeiters wegen um $^2/_5$ beziehungsweise $^3/_5$ von den Enden) erhält (Mitteltrieb gegenüber dem kaum noch vorkommenden Seiten- oder Endtrieb). Der Wagen trägt bei seiner durch diese An-

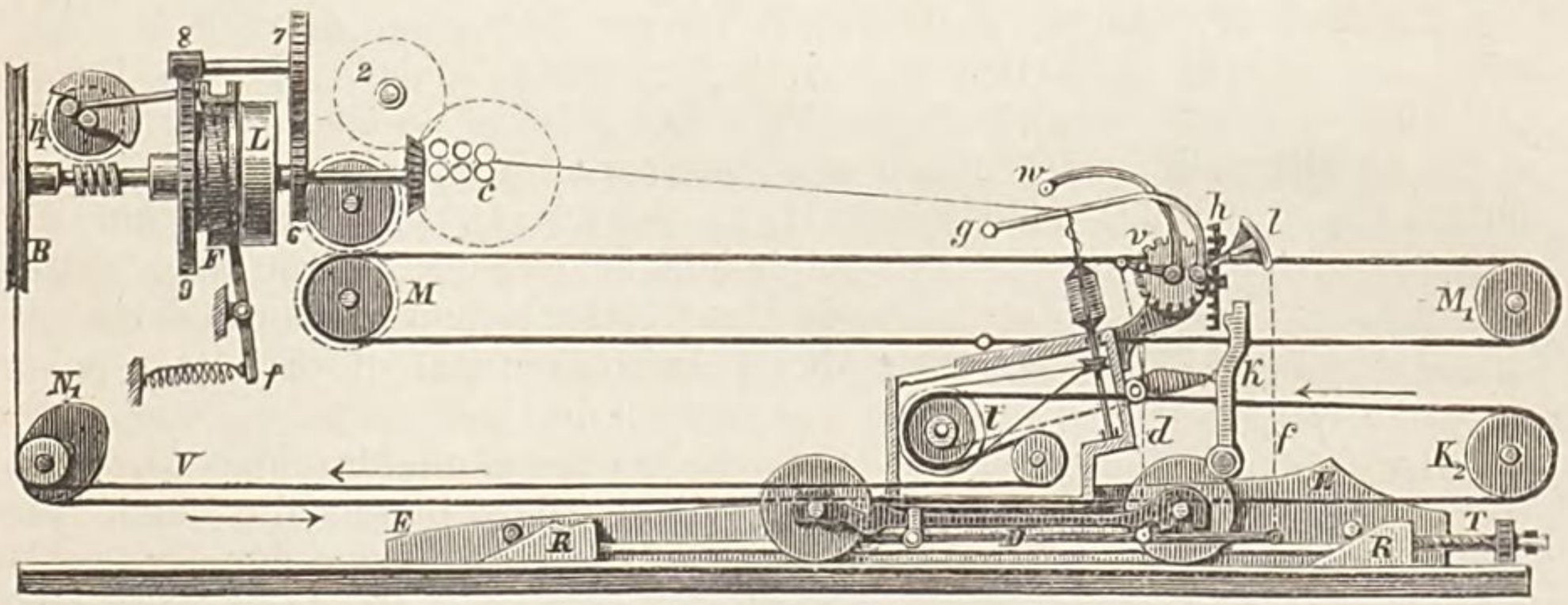


Fig. 441.

ordnung möglichen grossen Länge 500 bis 1500 Spindeln mit einer Theilung von 26 bis 30 mm. — Nur der noch zum Spinnen höherer Nummern in Anwendung stehende Halbselfaktor, S. 586, erhält eine geringere Anzahl Spindeln: durchschnittlich 300, nie mehr als 500 und weniger als 120.

Während des Ausfahrens drehen sich die Selfaktor-Spindeln durchschnittlich mit 4000 bis 6000 Touren per Minute und legen einen Weg von etwa 1,3 bis 1,8 m. zurück, mit einer Geschwindigkeit, welche gleich oder ein wenig grösser als die des letzten Streckwalzenpaares, nämlich etwa 130 bis 180 mm. pro Sek., ist. — Zum Ausgleichen der Unregelmässigkeiten beim Spinnen hoher Nummern bekommt die Mulemaschine oft die Einrichtung, dass das Streckwerk etwas früher als die Spindeln zur Ruhe gelangt, so dass noch eine Streckung von 30 bis 170 mm. stattfindet (Nachzug, zweite Geschwindigkeit, Etirage supplémentaire, *Second draw*, *Finishing stretch*). Die übrigen Bewegungen geschehen so, wie S. 587 ausführlich erörtert ist.

In den einzelnen Theilen des Selfaktors findet man auch bei denjenigen für die Zwecke der Baumwollspinnerei so viele Abweichungen in der Ausführung, dass in Betreff dieser auf die Zitate a. a. O. verwiesen werden muss. In der Hauptaufgabe bezwecken die Verbesserungen eine vermehrte Produktion, eine Vereinfachung des Mechanismus und die Befähigung, zwischen weiten Nummergrenzen zu spinnen.

Die Leistungsfähigkeit einer Mule-Maschine richtet sich nach so mannigfachen und wechselnden Verhältnissen (Garnnummer, Bedienung), dass die folgende kleine Tabelle über die Leistung einer Spindel pro Woche mit 72 bis 78 Arbeitsstunden nur der allgemeinen Uebersicht wegen hier Platz finden kann.

Bei Garn Nr.	8	beträgt	die	Lieferung	29	Strähne	Kettengarn
« « «	12	«	«	«	27	«	«
« « «	20	«	«	«	25	«	«
« « «	30	«	«	«	24	«	«
« « «	40	«	«	«	23	«	«
« « «	60	«	«	«	19	«	«
« « «	80	«	«	«	14,75	«	«
« « «	100	«	«	«	11,25	«	«

In Bezug auf den Kraftbedarf sind die Angaben ebenfalls sehr abweichend. Im Mittel nimmt man an, dass ein Selfaktor mit 800 Spindeln beim Spinnen von Garnen zwischen Nr. 20 bis 40 etwa 2,5 bis 3,0 Pferdestärken konsumirt, oder dass auf 200 Spindeln durchschnittlich 1 Pferdestärke kommt.

Da man den grossen Zeitaufwand für das Abnehmen der Kötzer durch möglichst schnelle Operation zu vermindern sucht, dabei aber das Innere des Kötzers durch Abrutschen der Fadenlagen leicht in Unordnung bringt, so ist es allgemein gebräuchlich geworden, vor dem Beginn des Spinnens dünne Papierhülsen [1]) (Kötzerhülsen, Kötzertüten, Rottes) auf die Spindeln zu stecken, welche auch später in den Kötzern, zum Schutz derselben beim Aufstecken auf die Schützenspulen etc., sitzen bleiben.

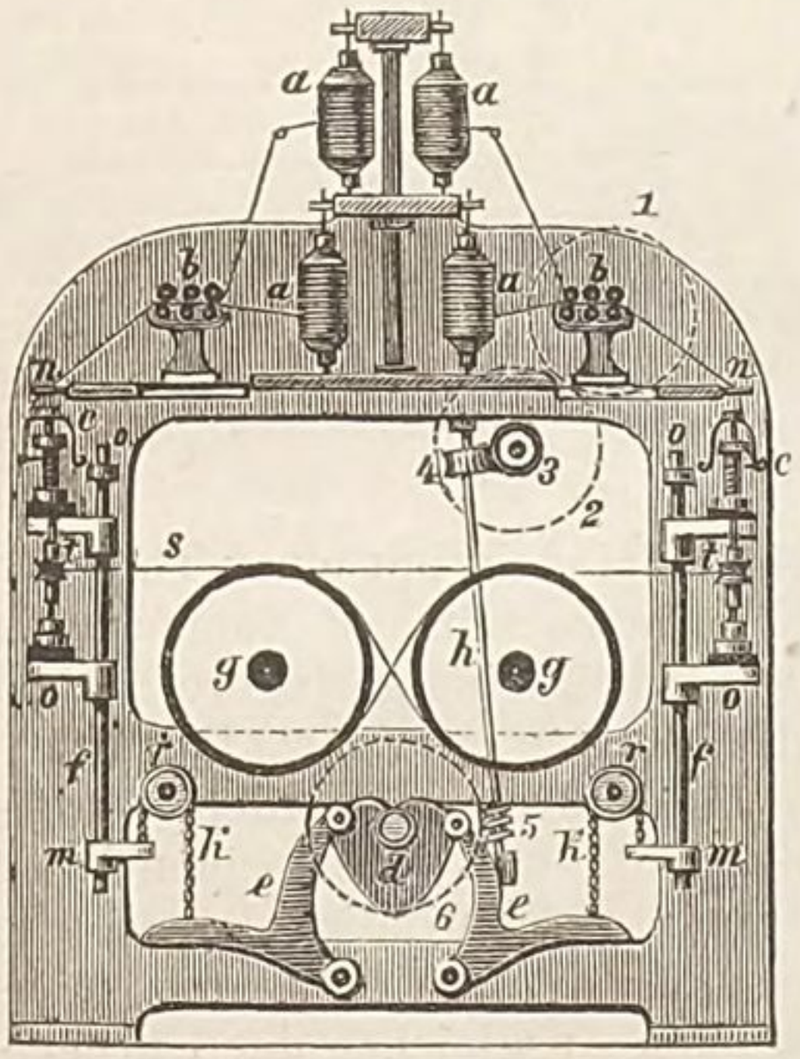


Fig. 428.

Neben der Mule-Maschine wird zum Feinspinnen der Baumwolle auch die Water-Maschine oder der Drosselstuhl (Continne, *Water-frame*, *Throstle*) wesentlich in der Fig. 442 dargestellten Ausführung (ebenfalls mit manchen Abweichungen an den einzelnen Theilen) ziemlich viel gebraucht, besonders zum Spinnen niedriger Nummern und solcher Garne, die eine feste Drehung erhalten sollen, also vorzugsweise in der Weberei zur Kette dienen und zur Herstellung von Zwirn (Nähund Strickgarn). In der Regel geht man beim Watergarn (Watertwist) nicht über die Nr. 50 hinaus.

Das Streckwerk b besteht wie bei dem Flyer gewöhnlich aus 3 Paar Walzen und ist auf einen Verzugswechsel eingerichtet, dass eine vier- bis

1) Deutsch. Ind. Zeit., 1870. S. 82. — Polyt. Centr., 1861. S. 98.

zehnfachen Streckung bei 60 bis 100 Umgängen der 26 mm. dicken Vorder-Streckwalze möglich ist.

Die Zahl der in Doppel-Reihen aufgestellten Spindeln beträgt etwa 48 bis 60 in jeder Reihe. Die Zahl ihrer Umdrehungen ist sehr verschieden, je nach der Wahl der Spindeln. Während die gewöhnlichen Spindeln, Fig. 428, S. 626, 3600 bis 4200 Umdrehungen machen, steigt diese Geschwindigkeit bei der Glockenspindel[1]) (*Cap spinner*) auf 7000 und bei der Ringspindel, S. 606, auf 10000.

Die Hebung und Senkung der Spulenbank ist gewöhnlich konstant (weil in der Regel Randspulen vorhanden sind) und beträgt zweckmässig 50 bis 60 mm., wobei die Geschwindigkeit sich nach den Nummern etwa so ändert, dass dieselbe 40 mm. bei Nr. 20; 30 mm. bei Nr. 30; 24 mm. bei Nr. 40 und 20 mm. bei Nr. 50 ausmacht. Wenn Kötzer gebildet werden sollen, was übrigens selten vorkommt, so muss die Spulenbank demgemäss eine verkürzte Hebung und Senkung erfahren.

Als Leistung der Watermaschine ist durchschnittlich anzunehmen pro Tag und Spindel:

4,5	bis	7,0	Schneller	(3456	bis	5376	m.)	von Nr. 20 = 5	bis 8	m. pro Min.
4,5	«	6,5	«	(3072	«	5000	«)	« « 30 = 4,5	« 7,3	« « «
3,6	«	6,0	«	(2600	«	4600	«)	« « 40 = 3,8	« 6,8	« « «
3,25	«	5,5	«	(2500	«	4224	«)	« « 50 = 3,7	« 6,2	« « «

Während die Grösse der Betriebskraft der Watermaschine ziemlich wechselt und in einzelnen Fällen auf 1 Pferdestärke nur 120 Spindeln ergiebt, kann man doch im grossen Durchschnitt 280 bis 300 Spindeln auf 1 Pferdestärke rechnen.

6. Nach- und Vollendungsarbeiten.

Das Baumwollgarn (Twist) erleidet oft verschiedene Nacharbeiten zu dem bereits S. 607 näher angegebenen Zwecke. — Dazu gehört zunächst das Haspeln und Numeriren, um dasselbe in Strähnen von bestimmter Länge und zugehörendem Gewicht zu erhalten, welche entweder nach dem metrischen oder, jetzt vorläufig noch gebräuchlicher, nach dem englischen Numerirungssystem bestimmt werden (S. 609).

Dann folgt das Sortiren, indem man a) nach der Methode der Darstellung Mulegarn (Muletwist) von Watergarn (Watertwist), b) nach der Bestimmung Kettengarn (Chaine, *Warp*), welches gewöhnlich stark gedreht sein muss, von Schussgarn (Trame, *Weft*, *Woof*, *Filling*), welches eine schwächere Drehung hat, trennt, c) das Garn nach der Güte des Materials in die Güteklassen: Prima, Sekunda, Tertia etc. analog der Klassifizirung des Rohmaterials S. 470 bringt und endlich d) nach der Nummer bezeichnet. — In Bezug auf die Numerirung mag noch bemerkt werden, dass bei Garnen unter Nr. 20 auch halbe Nummern 6, $6^1/_2$, 7, $7^1/_2$, 8, $8^1/_2$ u. s. w., über Nr. 20 nur gerade Nummern 20, 22, 24, 26 etc. gebräuchlich sind, und dass man bei feinen Garnen die Nummern nur von 5 zu 5, bei hochfeinen sogar nur von 10 zu 10 angiebt.

Die Appretur der Baumwoll-Garne wird nur in einigen Fällen vorgenommen und besteht dann je nach Bedürfniss im Dämpfen, Sengen und Glänzen nach den S. 610 näher erläuterten Verfahrungsarten.

Was endlich das Verpacken anbetrifft, so bedürfen nur die in Strähnen gehaspelten Garne einer besonderen Verpackungsvorbereitung, indem die Strähne zu einem Pack oder Bündel zusammengelegt werden, und zwar

---

1) Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 338. — Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 236.

in der Weise, dass in einen Pack fünf- oder zehnmal so viel Strähne kommen als die Garnnummer angiebt, wodurch also ein Bündel auf das Gewicht von 5 oder 10 Pfund englisch oder $2^1/_2$ bis 5 kg. kommt. — Vorher werden dann noch je 5 oder 10 Strähne zu einer Docke zusammengebunden. Zum bequemen Verpacken und Einbinden dienen Maschinen, welche zugleich als Presse (Garnpresse, Bündelpresse [1]), Presse à empaqueter, Presse à faire les paquets, *Bundle press*, *Bundling press*) konstruirt sind, um das Garn des geringen Volumens wegen stark zusammenzupressen.

Die zahlreiche Verwendung der Baumwollgarne macht das Zusammenzwirnen einfacher Fäden zu Baumwollzwirn, besonders zum Zweck des Nähens, Stickens, Strickens etc. (Nähzwirn, Stickgarn etc.) zur Nothwendigkeit. Man zwirnt 2, 3, 4, 6 oder 8 Garnfäden (Stränge) mit verschieden starker Drehung zusammen, je nachdem der Zwirn locker oder fest ausfallen soll. — Bezeichnet man die Feinheitsnummern der einfachen Garne mit N, die Zahl der zusammengezwirten mit n, so ist die Drehung auf 25 mm.

$$u = a\sqrt{\frac{N}{n}}.$$

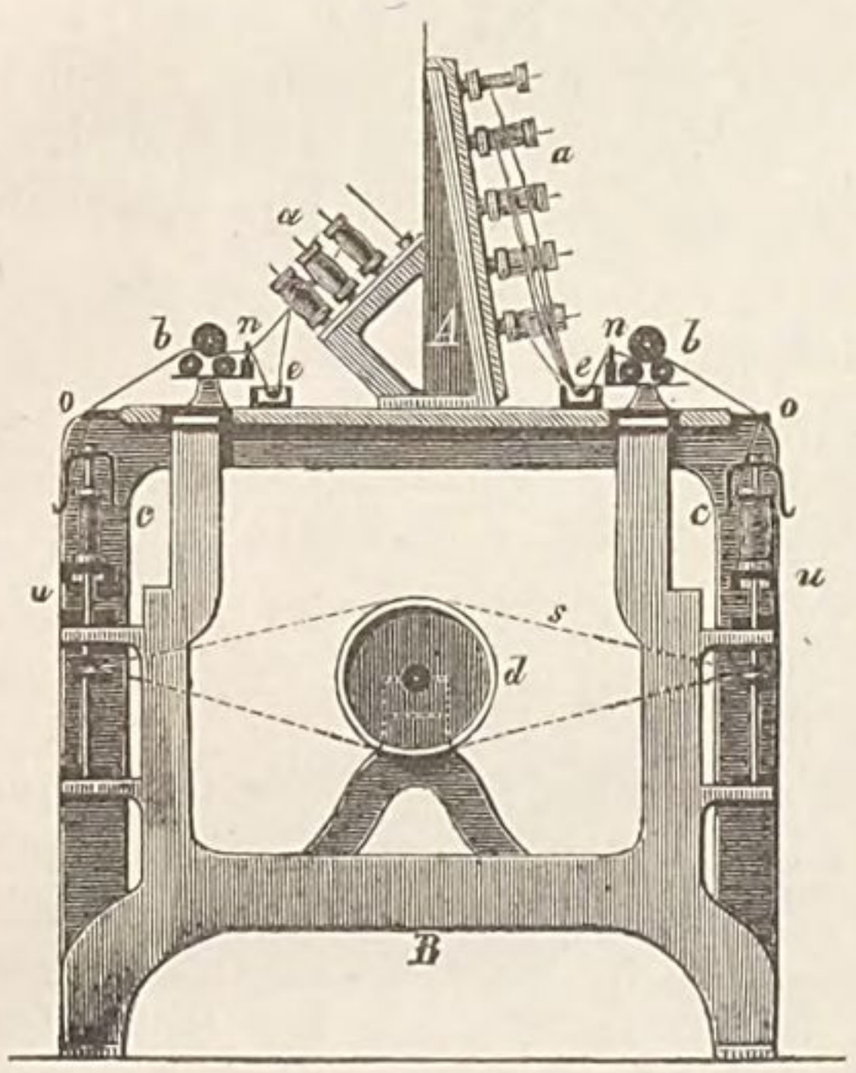


Fig. 443.

Für Strickzwirne variirt der Faktor a zwischen 2,2 bis 3,8, für Nähgarn (sog. Eisengarne) beträgt derselbe 6,25 [2]).

Das Zwirnen selbst findet gewöhnlich auf Water- (mitunter bei sehr hohen Nummern auf Mule-) Zwirnmaschinen von der durch nebenstehende S. 610 beschriebene Fig. 443 vor Augen geführte Einrichtung Statt und zwar am zweckmässigsten in der Nässe, indem die einzelnen Fäden durch den Trog e laufen, der Wasser oder auch oft eine Auflösung von Dextrin oder Gummi enthält. Durch Anwendung dieser glanzgebenden Mittel wird der Glanzzwirn (Coton cordonnet, Fil glacé, *Glace thread*, *Sewing cotton*) erzeugt, der auf Rollen oder Kärtchen gewickelt wird.

7. Spinnplan.

Da es stets die Aufgabe der Spinnerei ist, eine bestimmte Garnnummer zu erzeugen und da diese Aufgabe nur gelöst werden kann, wenn man sämmtliche Streckungs-, also Verfeinerungsverhältnisse, sowie die Duplirungen, den Abgang und die Aufgabemenge berücksichtigt, beziehungsweise bestimmt, so muss man eine Rechnung aufstellen, welche in der Reihenfolge der angewendeten Maschinen diese Veränderungen zu erkennen giebt. Diese Zusammenstellung, welche der Spinnplan genannt wird, mag hier an einem einfachen Beispiel gezeigt werden. — Es soll eine Baumwolle verarbeitet werden, von der man erfahrungsmässig weiss, dass

---

1) Techn. Encyklop., Bd. 21. S. 355. 2) Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. 2. S. 1087.

der Abgang von der Schlagmaschine an 20 % beträgt und dass von 600 gr. geöffnete Wolle 500 gr. Feingarn entstehen. Man kann daher ohne erheblichen Fehler bei einer Aufgabe auf das Zuführtuch der 1. Schlagmaschine, welche 600 gr. beträgt, annehmen, es wäre die Aufgabe reiner Baumwolle von 500 gr. gemacht. Dann verarbeitet sich dieselbe nach den beigefügten Verhältnissen folgendermassen.

		Feinheits-Nummer.	Länge des Produkts in Metern.
a.	Auf das Zuführtuch der ersten Schlagmaschine kommen auf 1 m. Länge 600 gr. Baumwolle, wovon 500 gr. in Rechnung gebracht einen Wickel liefern von	0,001	1
b.	Wickel von der Wattenmaschine . . . mit 2fachem Verzug	0,002	2
c.	Band von der Vorkratze « 70 « «	0,14	140
d.	« « « Feinkratze « 70 « « u. 60facher Duplirung	0,163	163
e.	« « « 1. Strecke mit 4fachem Verzug u. 6facher Duplirung	0,109	109
f.	« « « 2. Strecke mit 4fachem Verzug u. 6facher Duplirung	0,073	73
g.	« « « 3. Strecke mit 6fachem Verzug u. 6facher Duplirung	0,073	73
h.	Vorgarn von dem Grobflyer mit 5fachem Verzug	0,365	365
i.	« « « Mittelflyer « 6 « «	2,190	2190
k.	« « « Feinflyer « 6 « « u. 2facher Duplirung	6,57	6570
l.	Garn von der Feinspinnmaschine mit 9fachem Verzug	59,13	59130

Die Garnnummer beträgt also zwischen 59 und 60, und wird, da hier ungerade Nummern nicht üblich, für **Nr. 60** zu nehmen sein.

Wäre hier nun auf der 2. Strecke z. B. mit 4fachem Verzug nur 5mal duplirt, so würde das Resultat die Nummer **70** sein, woraus sich der grosse Einfluss des Duplirens in Bezug auf die Garnnummer zeigt. — Wäre dahingegen die Aufgabe, aus dem feinen Vorgespirnst von Nr. 6,57 ein Garn von Nr. 50 zu erzeugen, so hat man nur nöthig, den Verzug der Feinspinnmaschine von 9 auf $7^1/_2$ zu ändern: dann wird 6,57 . 7,5 = 49,276 = 50.

Zweites Kapitel.

Flachs-Spinnerei.[1])

In Folge der eigenthümlichen Gewinnung der Flachsfasern (S. 476 u. s. w.) erhält man dieselben in zwei verschiedenen Formen, als eigentlichen Flachs und als Hede, wesshalb die Verarbeitnng des Flachses in Garn auf zwei verschiedenen, den Eigenschaften der beiden Fasern-Formen angepassten Wegen zu geschehen hat und die eigentliche Flachsspinnerei von der Hede- oder Wergspinnerei getrennte Behandlung verdient.

I. Flachs-Spinnerei.

In rein gehecheltem Zustande befinden sich die Flachsfasern in starken Bündeln (Risten) parallel neben einander liegend um so reiner und isolirter, je häufiger die Operation des Hechelns, S. 490, an ihnen vollzogen ist,

1) Techn. Encyklop., Bd. 23. S. 108. — Berliner Verh., 1848. S. 59 etc. — C. H. Schmidt, Lehrbuch der Spinnerei-Mechanik, Leipzig 1850—1857. — Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. 2. S. 1162. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1866. S. 142. — Hartig, Versuche über den Kraftverbrauch der Maschinen in der Flachs- und Wergspinnerei, Leipzig 1869.

weil dabei Hechelzähne von immer grösserer Feinheit in Gebrauch genommen werden. Indem somit das Hecheln eine zum Spinnen erforderliche Vorbereitung «Isoliren und Parallellegen» bereits ausführt, wird es eben sowohl zu den Spinnoperationen als zu den Gewinnungsarbeiten gerechnet und auch deshalb in den Flachsspinnereien mit den oben erwähnten Hilfsmitteln vorgenommen, wo es dann alle diejenigen Arbeiten ersetzt, welche in der Baumwollspinnerei das Reinigen und Isoliren bewirken und im Oeffnen, Schlagen und Kratzen bestehen. Daher bleiben zum Verspinnen des Hechelflachses nur noch diejenigen Prozesse übrig, welche zur Bildung eines gleichmässigen Bandes und allmählichen Ueberführung desselben durch Vorgespinnst zum Feingarn nothwendig sind, wonach diese Spinnerei zerfällt in

1) Bildung des Bandes.
2) Vorspinnen.
3) Feinspinnen und
4) Nach- und Vollendungs-Arbeiten.

A. Bildung des Bandes (Anlegen).

Die zopfartige, an beiden Enden in Spitzen auslaufende Form, in welcher der Hechelflachs vorliegt, zeigt zunächst, dass die in der Riste vorhandenen Fasern höchst ungleich vertheilt sind und es vor Allem darauf ankommt, zur Erzeugung eines gleichförmigen Bandes diese ungleiche Vertheilung in eine gleiche zu verwandeln. In gewissem Grade lässt sich dies schon dadurch erreichen, dass man die einzelnen Risten reihenweise so neben einander und hintereinander legt, dass diejenigen Lücken in der Reihe, welche zwischen den Spitzen der nebeneinander liegenden Risten vorhanden sind, durch die Spitzen der Risten der folgenden Reihe ausgefüllt werden; weil dadurch eine Fläche entsteht, die einigermassen überall gleiche Dicke besitzt und als eine unregelmässige Watte anzusehen ist, die nun zunächst durch Streckung oder Theilung die Bandform erhalten kann. — Uebrigens mag an dieser Stelle gleich erwähnt werden, dass man in vielen Fällen, namentlich bei der Erzeugung feiner Garne, den Flachs nicht gern in seiner natürlichen Länge (Langflachs, Lin long, *Long flax*) verarbeitet, sondern ihn vorher durch Theilung in 2 bis 4 Theile in kurzen Flachs (Kurzflachs, Lin coupé, *Cut flax*) verwandelt und zwar mit Hilfe einer Maschine[1]) (Schneidmaschine, Abschneidmaschine, Coupeuse, *Cutting machine*, *Flax breaker*) an der das wirkende Werkzeug eine am Rande gezackte Stahlscheibe ist, welche sich schnell dreht, den durch andere Walzen zugeführten Flachs gewaltsam so zerreisst, dass die Zellen auseinander gerissen und die Fasern nicht stumpf abgeschnitten werden. — Zugleich bietet dieses in der Regel dem Hecheln vorangehende Zerschneiden eine passende Gelegenheit Zopf-Wurzel-Enden und Mitte zu trennen, um diese Partien der genannten Reihe nach die ersteren zu den gröbsten, die zweiten zu den mittleren, die letzten zu den feinsten Garnen zu verwenden.

Da die Herstellung eines Bandes durch Theilung des Fliesses nicht üblich ist, so besteht die erste Arbeit nach dem eben erwähnten eigenthümlichen Zusammenlegen in einem Strecken, welches mit diesem Zusammenlegen gemeinschaftlich ausgeführt, Anlegen oder erstes Durchziehen (Premier étirage, *First drawing*) genannt und auf der Anlegemaschine[2]) (Anlege-, Auflegemaschine, Etaleur, Etaleuse, Table à étaler, *Spreader*) vorgenommen wird.

1) Techn. Encyklop., Bd. 23. S. 121. 2) Berliner Verh., 1848. S. 56 u. 188. — Publ. ind., V. 3. S. 285; V. 12. S. 184. — Hütte, 1859. Taf. 21 a, b, c. — Polyt. Centr., 1859. S. 366; 1860. S. 1164; Bd. 1861. S. 783; 1867. S. 243. — Dingler's Journ., Bd. 132. S. 93 u. 177; Bd. 156. S. 418; Bd. 161. S. 24; Bd. 223. S. 499.

Diese Anlegemaschine muss nach den Grundsätzen gebaut sein, welche S. 569 näher für die Streckung langfaserigen Materials ausführlich entwickelt sind, weil die Flachsfaser durchschnittlich eine Länge von 500 mm. besitzt. Sie besteht daher aus einem Zuführtuch zur Aufnahme der aufgelockerten, gerade gestreckten Risten, einem Streckwerk mit zwei weit (500 bis 800 mm.) auseinander liegenden Streckwalzenpaaren, zwischen welchen sich zum Zurückhalten der Fasern bewegliche, in Feldern abgetheilte Hechelstäbe befinden und in einem Abzugsapparat.

Die gewöhnliche Anordnung dieser Maschine ist aus Fig. 443 ersichtlich. Das 80 bis 120 mm. breite, 4 mal nebeneinander vorhandene Zuführtuch a, welches sich in der Richtung des Pfeiles bewegt, leitet die zusammengelegten Risten zwischen das Walzenpaar C. Vor diesem Paar Einziehwalzen bewegen sich die Hechelstäbe (40 bis 50 an der Zahl), um den Flachs dem Streckwalzenpaar A zuzutragen, welches denselben nunmehr streckt und der Bandplatte B übergiebt, wo zugleich mehrere (hier 4 Bänder) zusammengelegt und durch die Abzugswalzen F in eine Kanne geführt werden.

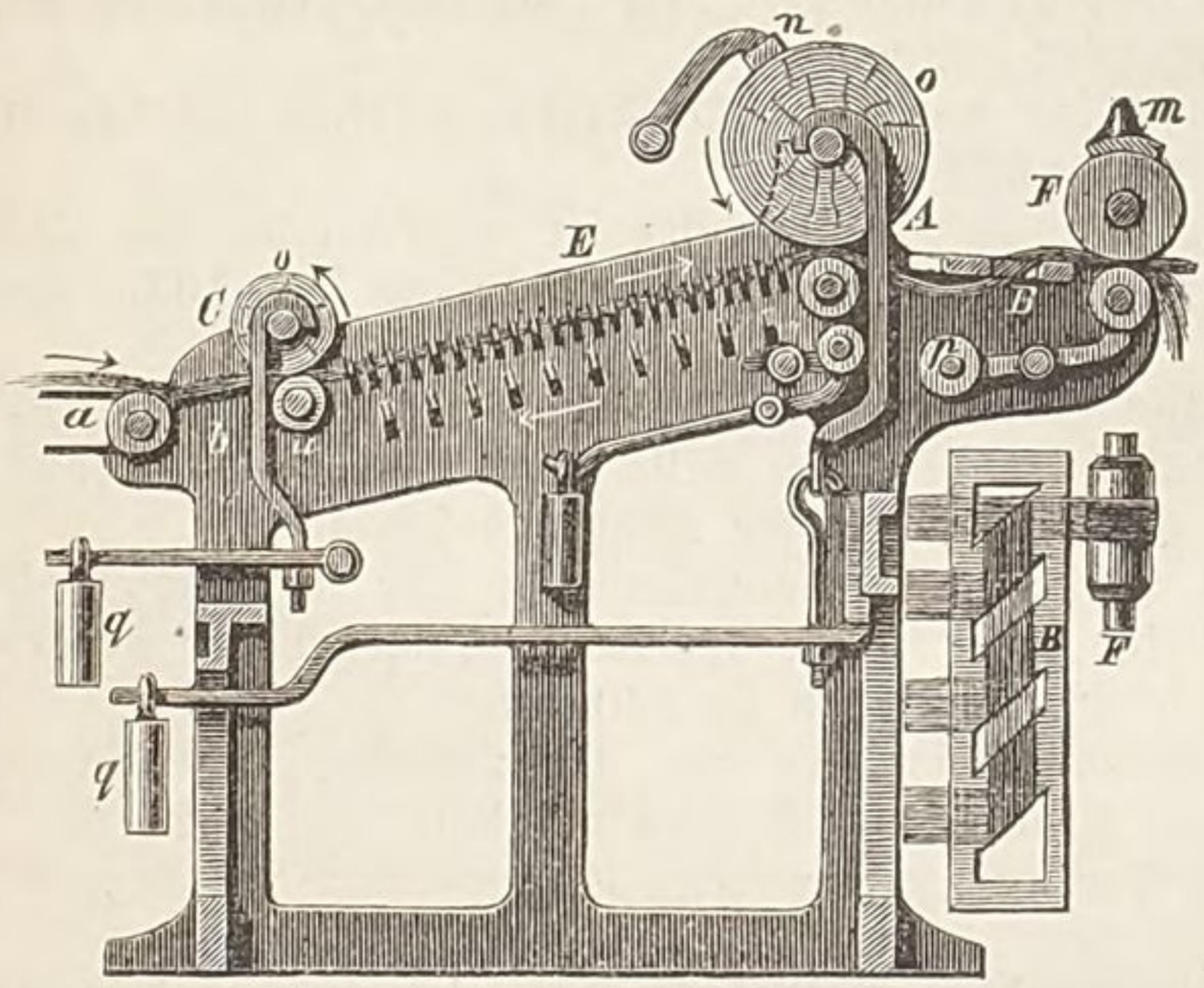


Fig. 444.

Vor allen Dingen ist bei dieser Anlegemaschine dafür zu sorgen, dass sämmtliche Bewegungen vorschriftsmässig vor sich gehen und daher zur Vermeidung des bei den glatten, straff gezogenen Fasern leicht eintretenden Gleitens eine grosse Berührungsfläche und eine starke Pressung zwischen den Walzen anzuordnen. Daher haben die unteren Einziehwalzen 75 bis 90, die oberen 120 mm. Durchmesser und letztere eine Belastung von 150 kg.; während die unteren Streckwalzen 90 bis 110, die oberen 200 mm. im Durchmesser und eine Belastung von 550 kg. besitzen.

Die Hechelstäbe, welche etwa 12 bis 18 mm. breit sind und 80 bis 150 mm. lang, sitzen zu je vier auf einem Stabe, welcher also 4 Felder ausmacht, und werden fast ausschliesslich durch Schrauben bewegt (S. 556), weil hierbei die Hechelzähne rechtwinklig in die Bänder einschlagen. — Nur für gröbere Garne können zu Gunsten der Produktionsmenge und einfacher Wartung die Stäbe auf Ketten ohne Ende befestigt werden [2]) (Kettenstrecken), weil hierbei das bogenförmig streichende Ein- und Austreten der Zähne aus dem Bande zulässig ist.

Bei der Anlege beträgt in der Regel der Verzug das 20 bis 40fache, selten weniger. Da das Zuführtuch hierbei durchschnittlich mit 500 mm. (mitunter mit 700 bis 1000 mm.) pro Minute sich bewegt, so ergiebt sich die Geschwindigkeit der Streckwalzen und die Grösse der Wechselräder in jedem einzelnen Falle durch eine einfache Rechnung.

---

1) Zeitsch. deutsch. Ing., 1874. S. 385.

Die Zahl der Schläge, welche die Hechelstäbchen (Gillschläge) machen, gleich der Zahl der Schraubenumdrehungen, beträgt je nach der Geschwindigkeit der Zuführung 50 bis 65 in der Minute, so dass ihre Fortbewegung mit etwa 550 bis 1000 mm. pro Minute angenommen werden kann.

Weil es wünschenswerth ist, die Bänder der Anlegemaschinen in bestimmt abgemessenen Längen zu erhalten, so ist mit den Abzugswalzen ein Zählwerk verbunden, welches eine Glocke zum Anschlagen bringt, wenn eine gewisse Anzahl von Umdrehungen also auch der Durchgang einer abgemessenen Länge (Klingellänge) Band (500 oder 1000 m.) stattgefunden hat.

Als Beispiel über die Geschwindigkeits- und Leistungsverhältnisse der Anlegemaschine kann Folgendes gelten.

Jedes der vier Einlasstücher hat 168 mm. Breite, folglich beträgt die Gesammtarbeitsbreite $4 . 168 = 682$ mm.

Der Durchmesser der unteren Einziehwalze ist = 75 mm., die Zahl der Umdrehungen = 6,42, folglich die Geschwindigkeit = 1615 mm. pro Minute.

Es sind 52 Hechelstäbe vorhanden mit 125 mm. breiten Nadelfeldern und mit je $2 . 36 = 72$ Zähnen. Von den Gills sind stets 36 in Arbeit; sie schlagen so ein, dass 58 Schläge in der Minute erfolgen.

Da die Flachsristen von den Einziehwalzen in nur 90 mm. breite Rinnen gezogen und auch in dieser Breite den Hecheln dargeboten werden, so ist die Gesammtarbeitsbreite nur $4 . 90 = 360$ mm.

Die unteren Streckwalzen haben 114 mm. Durchmesser und daraus bei 61,4 Umdrehungen pro Minute eine Geschwindigkeit von 26,24 m.

Demnach beträgt der Verzug zwischen den Einzug- und Streckwalzen etwa das 16fache.

Die gusseisernen Abzugswalzen endlich drehen sich 81,9 mal in der Minute und haben demnach bei 102 mm. Durchmesser eine Geschwindigkeit von 26,24 m., so dass hier eine weitere Streckung nicht erfolgt.

Die Klingellänge ist 458 m., so dass die Glocke von etwa 16 zu 16 Minuten ertönt. Das Gewicht der Klingellänge hängt von dem Gewicht der aufgegebenen Flachsmenge und dem Verzug ab, und lässt sich somit leicht bestimmen. Soll die Klingellänge z. B. 25 kg. für jedes einzelne Band, also für 4 Bänder 100 kg. betragen, so muss auf $\frac{458}{16} = 28{,}6$ m. des Zufuhrtuches 25 kg. Flachs vertheilt, also auf 1 m. etwa 900 gr. aufgelegt werden.

Wenn bei einer Maschine nach obigen Angaben die oberen Streckwalzen mit 700 kg. belastet sind, und jede Abzugsoberwalze 27 kg. einen Druck von 27 kg. ausübt, so soll sie an Leergang 0,5, an Arbeitsgang 0,55 Pferdestärken beanspruchen.

Nach Hartigs Ermittelungen kann man zur Berechnung des Arbeitsverbrauchs der Anlege folgende Formel benutzen

$$N = \frac{f . p . L . n}{4500} \text{ in Pferdestärken}$$

wenn

f den Koeffizienten der normalen Stillstände
p den auf den Umfang der Streckzylinder bezogenen Widerstand der Maschine in kg.
L die pro Minute hergegebene Bandlänge in m.
n die Zahl der Nadelfelder bezeichnet.

Da ferner $f = 0{,}80$ bis 0,95 und $p = 30$ bestimmt wurde und n angegeben ist, so braucht man nur L zu messen, um N zu finden.

B. Strecken. Dupliren.

Das Strecken und Dupliren des von der Anlege kommenden Bandes zum Zwecke der Vervollkommnung desselben ist als eine Fortsetzung des Anlegens zu betrachten, da der Prozess vollständig derselbe ist. Die dazu verwendeten Maschinen unterscheiden sich demnach im Prinzip auch nicht von der Anlege. Der Hauptunterschied besteht darin, dass die Flachsstreck- und Duplirmaschine (Durchzug, Zieh- oder Streckmaschine, Machine à etirer, Métier à étirer, Etirage, *Drawing frame*, *Drawing machine*) kein Zuführtuch besitzt, weil das Band in den Kannen der Anlage zugebracht wird und dass die Hechelzähne feiner werden. Sehr oft trifft man auch statt zweier drei Walzen zum Einziehen angeordnet, wovon die eine (in der Mitte über den zwei nebeneinander liegenden) von dem Flachsbande fast vollständig umschlungen wird.

In der Regel passirt das Band 2 mitunter 3 Durchzüge, die genau gleichgebaut sind, durchschnittlich mit 12 Paar Streckwalzen ausgestattet sind, welche in 2 Abtheilungen (Kopf, Tête, *Head*) angeordnet, deren jede mit zwei Schraubenpaaren zur Bewegung der Hechelhalter nach der Konstruktion Fig. 398, S. 556 versehen ist. Jeder Kopf enthält demnach 6 Paar Streckwalzen mit 2 Abzugswalzenpaaren, da die Bänder von je 3 Streckwalzenpaaren zusammen durch die Bandplatte vereinigt werden.

Bezüglich der Geschwindigkeitsverhältnisse kann man annehmen, dass die Streckwalzen mit 50 mm. Durchmesser 100 Umdrehungen machen, also 15,7 m. Geschwindigkeit pro Minute besitzen und dass durchschnittlich eine 12 bis 18 fache Streckung stattfindet.

Beim Spinnen der gröberen Garne steht noch wohl die Igelstrecke, Fig. 410, S. 570, in Gebrauch.

Den Durchgang durch den ersten Durchzug nennt man das zweite und den durch den zweiten Durchzug das dritte Aus- oder Durchziehen (Deuxième, Troisième étirage, *Second, third drawing*).

Zur Bestimmung des Arbeitsverbrauchs kann auch für die Durchzüge die obige Formel

$$N = \frac{f \cdot p \cdot L \cdot n}{4500}$$

gebraucht werden, wenn $f = 0{,}80$ bis $0{,}95$

und $p = 15$ für den ersten Durchzug

$p = 10$ « « zweiten «

gesetzt und L wieder gemessen wird.

C. Vorspinnen.

Durch die Operation des Ausziehens, mit welcher ebenfalls, in Folge der Einschaltung der Hechelstäbe, eine fortgesetzte Verfeinerung der Fasern durch Spalten herbeigeführt ist, hat das Flachsband diejenige Beschaffenheit erhalten, welche dasselbe zum Vorspinnen geeignet macht.

Die zerrige Beschaffenheit des Materials, seine Glätte und Steifigkeit stellen eine nützliche Anwendung der Vorspinnmaschinen mit vorübergehender Drehung so in Frage, dass auch nur die Röhrenmaschine vorübergehend in Gebrauch genommen ist. — Fast ausschliesslich dient dahingegen der Flyer (Spindelbank) zur Erzeugung des Vorgespinnst durch Streckung und Drehung des Bandes. Die Eigenthümlickeit der Fasern verlangt auch hier für das Strecken die Erfüllung derselben Bedingungen, welche überhaupt für lange Fasern gelten (S. 556) und für Flachs oben schon näher erläutert sind, d. h. das Streckwerk muss wie der Durchzug mit zwei weit auseinanderliegenden Walzen und dazwischen angebrachten Hecheln ausgestattet sein. — Deshalb kann man den Flachsflyer

als einen mit Spindeln und Spulen ausgestatteten Durchzug ansehen, dem die Flachsbänder aus Kannen zugeführt werden, und der das Vorgarn auf Spulen gewickelt abgiebt.

Dem Zwecke entsprechend findet eine starke Streckung nämlich ein 12 bis 18facher Verzug oft mit Duplirung von 2 bis 4 Bändern Statt. Trotzdem erhalten die Hechelfelder nur eine Breite von 27 bis 36 mm. Die 60 bis 70 Hecheln schlagen dahingegen sehr oft 100 bis 120mal in der Minute ein, und wirken wegen der grossen Feinheit ihrer Nadeln (von 18 bis 26 mm. Länge) in vorzüglicher Weise auf die Gleichmässigkeit des Produktes ein.

Die stark gebauten Spindeln gleichen den S. 597 beschriebenen; sie sind stets als Pressspindeln konstruirt und werden durch Räder (Stirn-Kegel oder Hyperbel) mit durchschnittlich 440 bis 600 Umdrehungen pro Minute bewegt, wodurch ein Geschwindigkeitsverhältniss entsteht, das etwa 0,3 bis 0,4 Drehungen auf 1 cm. Vorgarn bringt, weil die Streckwalzengeschwindigkeit in der Regel zwischen 15 bis 20 m. pro Minute angeordnet wird.

Die Dicke der leeren Spulen beträgt 35 bis 38 mm. und die der gefüllten 100 bis 110, bei einer Höhe von 200 bis 210 mm.

Da die Zahl der Spindeln 60 bis 80 und die Entfernung zwischen denselben (Spindeltheilung) 150 bis 155 mm. beträgt, so ergiebt sich hieraus die Länge der Maschine.

Als Leistung derselben kann man im Durchschnitt rechnen pro Spindel und Tag 0,3 kg., wenn die Nummer des Vorgarns 5 ist.

Der Arbeitsverbrauch bestimmt sich nach derselben oben erwähnten Formel

$$N = \frac{f \,.\, p \,.\, L \,.\, n}{4500}$$

worin der auf den Umfang der Streckwalzen reduzirte Widerstand $p = 7{,}81$ kg., der Stillstandskoëffizient $f = 0{,}8$ angenommen werden kann und worin $n =$ der Spindelzahl wird.

Betreffend den Betriebsmechanismus mag erwähnt werden, dass die Aufwindebewegung des Flachsflyers durch Differenzialgetriebe und Riemenkegel regulirt wird, so dass diese Vorspinnmaschine zu den Differenzialflyern gehört. — Mancherlei Aenderungen sind allerdings beliebt; so ist unter Anderem statt der gewöhnlichen Riemenkegel oft ein System zweier Kegelgerippe vorhanden, welche mit den Spitzen einander entgegenstehend einen grossen Seilwirtel bilden, dessen Durchmesser durch ein gegenseitiges Verschieben sich verändert. Durch einen Anstoss vom Wagen aus und eine hierdurch veranlasste Bewegung eines Keiles wird diese Kegelverschiebung, also die gesetzmässige Geschwindigkeitsänderung, genau so wie beim Verschieben des Riemens auf den Konoiden vorgenommen.[1])

D. Feinspinnen.

Aus denselben Gründen, welche das Vorspinnen des Flachses mit vorübergehender Drehung nicht anwendbar erscheinen lassen, ist nicht nur die Mulemaschine zum Feinspinnen vollständig unanwendbar, sondern auch die allein für diesen Stoff brauchbare Watermaschine zum Spinnen feiner Garne mit einer Vorrichtung auszustatten, welche einen kurzen Abstand der Streckwalzen ermöglicht und im Augenblicke des Zusammendrehens den Fasern die Starrheit und Steifigkeit benimmt.

---

1) Pfuhl, die Combe'sche Vorspinnmaschine, Langensalza 1875. — Hartig, Mitth., 1869. S. 71. — Mitth. des Hann. Gew.-Ver., 1868. S. 210.

Die Länge der zum Spinnen gelangenden Fasern beträgt 300 bis 600 mm. und deshalb muss der Abstand, der zum Strecken des Bandes mit der Feinspinnmaschine verbundenen Streckwalzen ebenfalls 300 bis 600 mm. gross sein (*long ratch*, S. 565) und zwischen denselben für Führung und Unterstützung gesorgt werden. Diese letztere kann jedoch wegen der Drehung, welche das Vorgarn bereits erhalten hat, nicht mehr in Hechelstäben bestehen, sondern ist am zweckmässigsten aus 2 bis 3 Paar Walzen herzustellen, welche unter sich und von den Streckwalzen in gleichen Abständen von etwa 100 bis 150 mm. angebracht sind. — Es ist aber bereits S. 496 darauf hingewiesen, dass diese langen Fasern aus Elementarfasern von nur 50 bis 75 mm. Länge bestehen, welche durch einen in warmem Wasser erweichenden, aber nach dem Trocknen wieder erhärtenden Pflanzenleim zusammengehalten werden. Wenn man daher das Vorgarn unmittelbar vor der Drahtgebung in warmes Wasser bringt und so lange darin lässt, bis diese Erweichung eingetreten ist, so kann man in diesem Zustande den Faden aus Fasern von 50 bis 75 mm. Länge zusammengesetzt betrachten und die Streckwalzen auf einen ebensolchen kleinen Abstand zusammenrücken. — Da ferner eine Befeuchtung des Garnes die Fasern geschmeidig und zur Erzeugung feiner, schöner Garne geeignet macht, so wird zugleich auch mit der Anwendung des warmen Wassers das Hinderniss gegen die Bildung feiner Gespinnste beseitigt. Durch das Ausquillen des erweichten Leimes in Folge des Zusammendrehens entsteht sogar nach dem Eintrocknen auf der Oberfläche ein firnissartiger Ueberzug, welcher dem Garn eine hohe Glätte verleiht. — Aus diesen Gründen verschwindet die Methode des trockenen Spinnens (Filage au sec, *Dry spinning*) und die des Nassspinnens (Filage au mouillé, *Wet spinning*) mit kaltem Wasser (welche, auch Halbnassspinnen genannt, nur die Hervorbringung der Geschmeidigkeit bezweckte) immer mehr und mehr gegen die fast allgemein üblich gewordene Methode des Nassspinnens mit heissem Wasser (kurzweg Nassspinnen genannt).

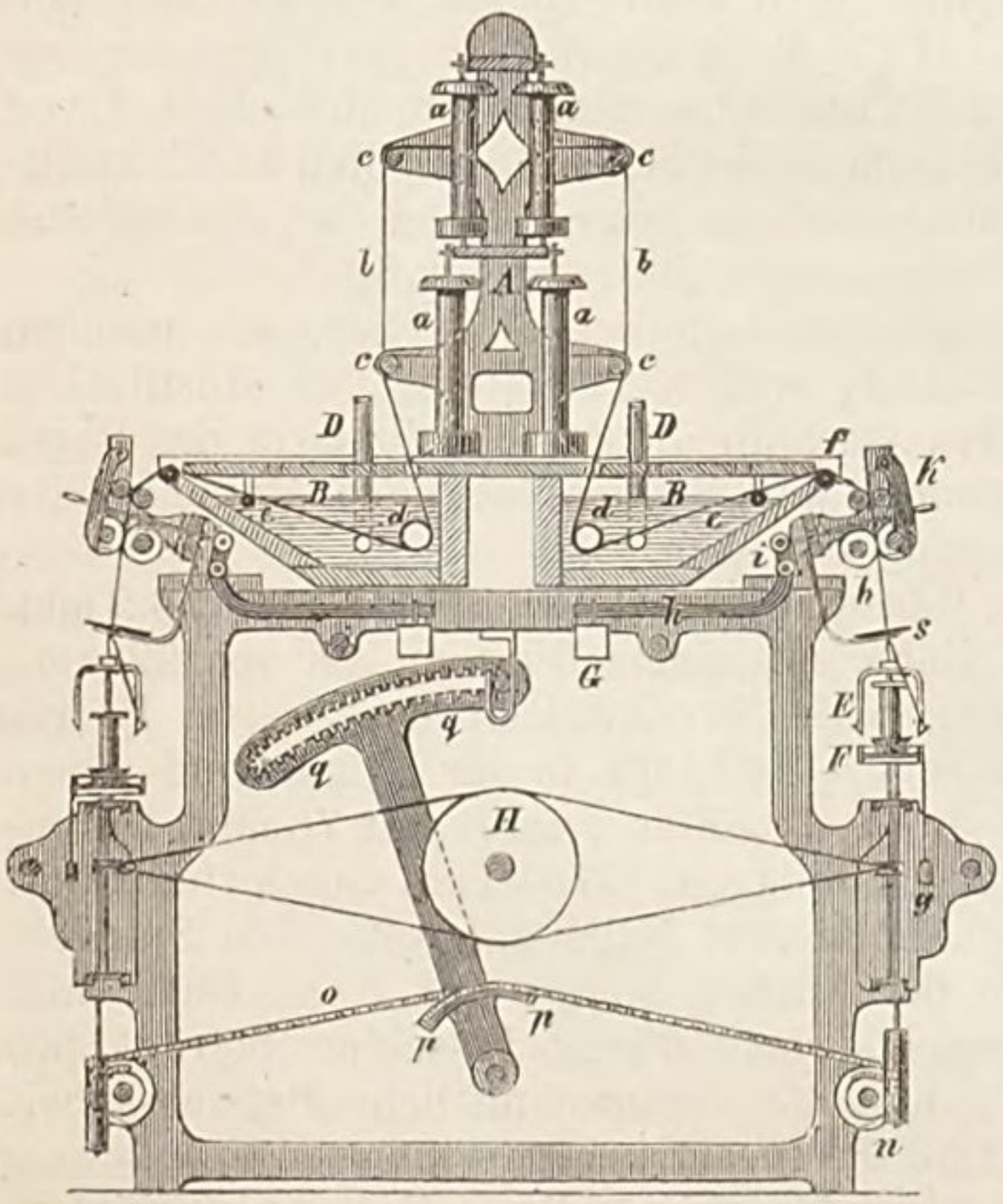


Fig. 445.

Zur Ausführung dieser Methode (wegen der Faserzerlegung in Frankreich, Filature à decomposition, bezeichnet), bekommt die Spinnmaschine (Métier à eau chande, Métier à decomposition, *Hot water frame*) ausser des auf kurze Fasern gestellten Streckwerks (daher in England auch der kurze Name *Short-ratch frame*) noch einen mit Wasser versehenen Trog, den das Garn vor dem Strecken und Drehen passirt. — Die nähere Einrichtung einer solchen Spinnmaschine [1])

1) Berliner Verh., 1852. S. 56. — Publ. ind., V. 12. S. 425. — Hartig, Mitth., 1869. S. 74.

geht aus Fig. 445 hervor, welche einen Querschnitt derselben zeigt und zunächst eine symmetrische Doppelanordnung erkennen lässt. Auf beiden Seiten des Aufsteckrahmens A befinden sich in zwei Reihen übereinander die der Vorspinnmaschine entnommenen Spulen a, von welchen das Vorgarn b über Leitstäbe c c laufend sich abwickelt, um in den Trog B zu gelangen. Dieser Trog ist mit Wasser versehen, welches durch die Dampfröhren D erwärmt und auf einer Temperatur von 75 bis 87° C. erhalten wird. Im Innern dieses Troges liegen die zwei Führungsstäbe d und e und zwar so weit auseinander (250 bis 300 mm.), dass das Garn genügend lange in dem erwärmten Wasser bleibt. Beim Austritt aus dem Troge streift das Garn zum Auspressen des überflüssigen Wassers über die aus einem Glasstab gebildete Kante f und läuft darauf in das Streckwerk. Dieses besteht aus zwei Walzenpaaren, welche nur 75 bis 100 mm. Achsenabstand besitzen und der Raumersparniss wegen nicht horizontal, sondern schräg übereinander angebracht sind. In Folge dieser Lage wird ein eigenthümlicher Drucksattel k erforderlich, der durch das an dem Hebel h i hängende Gewicht G mittelst der Zugstange i k eine Pressung erhält, welche den oben angegebenen entspricht. Gestreckt geht das Garn zum Zweck des Glattstreichens durch ein mit Löchern oder Schlitzen versehenes Streichblech s und sodann zu den erweiterten Spindeln E, die nach dem System der Watermaschine angeordnet sind, und das Garn auf Spulen leiten, welche mit der Spulenbank F auf- und niedersteigen. Diese Bewegung wird von derselben Hauptwelle H aus bewerkstelligt, welche durch die Wirtelschnur die Spindeln dreht. Die Bank F hängt nämlich mittelst Ketten an den Rollen n und diese stehen ebenfalls durch Ketten o mit dem Kreissegment p p in Verbindung, welches mit Hilfe eines durch Transporteurräder von H aus bewegten Triebes und des Mangelradsegmentes q q abwechselnd von links nach rechts so bewegt wird, dass die beiden Spulenbänke sich entgegengesetzt bewegen. — Die über den gezackten Rand der Spulenbank hängenden kleinen Gewichte g dienen zur Regulirung der Spulenreibung. — Endlich ist noch zu bemerken, dass an sämmtlichen Theilen, mit welchen das nasse Garn in Berührung kommt, wegen Verhütung von Rostflecken das Eisen vermieden werden muss, weshalb die Streckwalzen in der Regel von Messing, Holz oder Hartgummi, das Streichblech aus Messing oder Kupfer, die Spindelösen aus Messing bestehen.

Die vorstehend beschriebene Maschine besitzt 128 Spindeln mit 76,2 mm. Theilung und Spulen von 76 mm. Höhe, mit einem Durchmesser von 22 mm., der gefüllt auf 51 mm. anwächst. Die Streckwalzen des ersten Paares haben 45 mm. Durchmesser, machen 7 Umgänge in der Minute und haben daher 989 mm. Geschwindigkeit; die des zweiten Paares mit 76 mm. Durchmesser 28,3 Umdrehungen besitzen dahingegen 6764 mm. Geschwindigkeit. Der Verzug beläuft sich demnach in diesem Falle auf 6,9. Die Spindeln drehen sich mit 2587 Touren in der Minute, sodass auf 1 cm. Garn 3,58 Drehungen kommen. Die Leergangsarbeit dieser Maschine beträgt pro Spindel 0,013, im Ganzen 1,67, und die durchschnittliche Betriebsarbeit pro Spindel 0,018, im Ganzen 2,33 Pferdestärken.

Die Abweichungen, welche andere Maschinen dieser Gattung darbieten, sind im Allgemeinen unwesentlich, indem sie sich namentlich auf die Zahl der Spindeln, die von 88 bis 200 angetroffen wird, auf die Zahl ihrer Umdrehungen, die zwischen 2000 und 3000 variirt, und die Mechanismen zur Bankbewegung beziehen. Danach wechselt dann auch der Arbeitsverbrauch, welcher nach Cornut[1]) sich soll in Pferdestärken durch die

1) Cornut, Essais dynamométriques, Lille 1873.

Formel $$N = \frac{0{,}12\ n}{\sqrt{\mathfrak{N}}}$$
bestimmen lassen, wenn für n die Zahl der Spindeln und für $\mathfrak{N}$ die Garnnummer eingesetzt wird.

In Bezug auf die Leistungsfähigkeit dieser Garnspinnmaschinen ist zu bemerken, dass sie je nach der Garnnummer sehr verschieden, im Allgemeinen aber ziemlich gering ist, da das Material keine Streckgeschwindigkeit von mehr als 8 m. in der Minute, also 4800 m. am Tage, mit 10 vollen Arbeitsstunden = 13 Spinnstunden zulässt. Für gröbere Nummern bis Nr. 50 kann man im Mittel eine Lieferung von 3400 bis 4800 m., bei Nummern über 50 dahingegen nicht mehr als 2000 bis 3000 m. pro 10 Arbeitsstunden rechnen.

E. Nach- und Vollendungsarbeiten.

1) **Trocknen. Haspeln.** Das auf den Nassspinnmaschinen erzeugte Garn hat wegen des bedeutenden Wassergehaltes eine grosse Neigung, auf den Spulen weiter zu rotten und zu stocken, d. h. mit den sog. Stockflecken sich zu bedecken und somit zu verderben. Um dem vorzubeugen ist es daher nothwendig, die gefüllten Spulen sofort abzuhaspeln und darauf das Garn in Strähnen gleich zu trocknen.

Zum Abhaspeln bedient man sich eines Haspels wie S. 607 beschrieben ist. Soll derselbe dann zugleich zum Numeriren (S. 608) eingerichtet werden, so muss der Umfang desselben (Faden) eine bestimmte Länge haben. Diese Länge ist fast in jedem Lande anders, ja oft in den einzelnen Provinzen verschieden.[1]) Da jedoch die englische Haspelung die grösste Verbreitung für Maschinengarn gefunden und die metrische in Zukunft eingeführt werden soll, so mag hier die Angabe über die erste genügen, weil die zweite schon S. 609 angegeben ist.

Gewöhnlich ist in England

1	Faden	=	2½	Yards		
120	Fäden	=	1	Gebinde (*Cut, Lea*)	=	300 Yards
2	Gebinde	=	1	*hear*	=	600 «
6	«	=	1	*Slip*	=	1800 «
12	«	=	1	Strähn (*Hank*)	=	3600 «
2	Strähn	=	1	Stück (*Hesp*)	=	7200 «
2	Stück	=	1	Spindel (*Spindle*)	=	14400 «

Bei der Verpackung werden mehrere Stücke zu einzelnen Bündeln oder Bunden (*Bundle, Bole*) zusammengelegt, die 200 Gebinde enthalten.

Die früher übliche Methode, das Trocknen der Strähne durch Aufhängen derselben in warmen Räumen (z. B. über den Dampfkesseln) vorzunehmen, ist jetzt fast ganz durch Trockenmaschinen[2]) verdrängt, die nach zwei Hauptsystemen gebaut werden. Entweder bestehen sie aus einer grösseren (20 bis 25) Zahl mit Dampf geheizter Zylinder, um welche die Strähne, mittelst Stäben zu einer langen Kette ohne Ende vereinigt, langsam herumgeführt werden, oder sie sind gebildet aus einem geschlossenen Kasten, durch den vermittelst zweier Ketten ohne Ende die ebenfalls mit Stäben kettenartig vereinigten Strähne hindurchlaufen, und in dem warme Luft durch ein System eingelegter Heizröhren erzeugt und vermittelst Windflügel der im Zickzack auf- und niedergeführten Garnkette entgegenge-

---

1) Karmarsch-Hartig, Bd. 2. S. 1187. 2) Publ. ind., V. 14. S. 169. — Mitth. d. Hann. Gew-.Ver., 1858. S. 372. — Polyt. Centr., 1859. S. 133; 1864. S. 823. — Dingler's Journ., Bd. 150. S. 266; Bd. 154. S. 317; Bd. 172. S. 235.

trieben wird um sodann mit Feuchtigkeit beladen aus einer Oeffnung entfernt zu werden.

2) **Zwirnen, Glätten.** Die mannigfache Verwendung starker Leinengarne macht unter Umständen die Erzeugung derselben durch Zwirnen nothwendig (Strichzwirn, Nähzwirn, Weber-Litzenzwirn etc.), indem 2 bis 6, gewöhnlich aber nur 2 bis 3 Fäden auf Zwirnmaschinen, zweckmässig nass, zusammengedreht werden (2 u. s. w. drähtiger Leinenzwirn). — Bei dieser Manipulation wird oft Gummi- oder Pergamentleim-Wasser zum Nässen benutzt, weil der Zwirn dadurch einen hohen Glanz annimmt (Glätten, Lüstriren; Glanzzwirn) und sehr glatt wird, was namentlich für Nähzwirn erwünscht ist. Siehe S. 610.

II. **Werg-Spinnerei.**[1])

Da das Werg durch die Art seiner Abscheidung vom Flachs als ein Material gewonnen wird, das ähnlich der Baumwolle aus wirr durcheinander liegenden Fasern besteht, welche im Uebrigen die natürliche Beschaffenheit der Flachsfaser, S. 495, besitzen, so lehnt sich auch erklärlicher Weise die der mechanischen Wergspinnerei zu Grunde liegende Methode zum Theil an diejenige der Baumwolle-, zum Theil an diejenige der Flachsspinnerei an.

Nachdem das Werg zunächst durch kräftiges Schütteln oder Schlagen in einfachen, dem Schlagwolf (Fig. 384, S. 530) ähnlichen Wergreinigungsmaschinen von der anhängenden Schäbe möglichst befreit ist, wird es zum Zwecke der weiteren Reinigung und Isolirung der Fasern, sowie der Bandbildung, einem Kratzprozess wie die Baumwolle unterworfen und das erzeugte Band darauf wie bei dem Flachs vermittelst Durchzüge gestreckt und duplirt, durch Vorspinnmaschinen in Vorgarn verwandelt, auf Feinspinnmaschinen fertig gesponnen und endlich wie Flachsgarn zubereitet.

A. Kratzen.

Die Wergkratzmaschinen[2]) (Carde à étoupe, *Tow-carding engine*) müssen der Natur des Materials entsprechend mit einem sehr groben Beschlag versehen sein, damit sich die zugleich spaltend wirkenden Zähne nicht verbiegen. Gewöhnlich wählt man daher als Kratzzähne die in Fig. 381 unter h dargestellte Form von folgenden Dimensionen:

Nr.	10	hat	3,0	mm.	Dicke	mit	5		Spitzen	auf	1 □cm.	Fläche
«	14	«	2,3	«	«	«	14	bis 22	«	«	«	«
«	16	«	1,9	«	«	«	22	« 30	«	«	«	«
«	20	«	1,1	«	«	«	65	« 80	«	«	«	«

Aus S. 546 entwickelten Gründen werden die Wergkratzen ferner ausschliesslich als Walzenkratzen konstruirt und zwar in der Regel in bedeutenden Grössen ausgeführt.

Man wendet stets mindestens zwei Kratzen, eine Vorkratze (Briseur, *Breaker*, *Breaking card*) und eine Feinkratze (Finisseur, *Finisher*, *Finishing card*) hintereinander an, welche sich wesentlich nur durch die Feinheit des Beschlags und durch die Art der Materialaufgabe unterscheiden.

---

1) Karmarsch-Hartig, Bd. II. S. 1176. — Techn. Encyklop., Bd. S. 23. 138. — E. Hartig, Versuche über den Kraftbedarf der Maschine in der Flachs- und Werg-Spinnerei 1869. 2) Berliner Verh, 1850. S. 93 u. 226. — Techn. Encyklop., Bd. 23. S. 138. — Publ. ind., V. 3. S. 65; V. 11. S. 211. — Polyt. Centr., 1863. S. 1564; 1864. S. 303. — Dingler's Journ., Bd. 114. S. 186.

Die Vorkratze ist mit dem groberen Beschlag und mit einem Zuführtuch versehen, auf welches die Hede in abgewogenen Portionen durch Arbeiter aufgelegt wird. Die Abnahme erfolgt durch Hacker oder Abzugswalzen gewöhnlich in der Weise, dass durch Theilung des Fliesses mittelst 3 bis 4 Abnehmer und 3 bis 4 Hacker oder Abzugswalzen auch 3 bis 4 Bänder durch Trichter komprimirt in Kannen abgeführt oder durch die Bandplatte, S. 569, vereinigt werden.

Die Feinkratze hat einen feineren Beschlag und wird zum Zwecke des Duplirens, je nach der Dicke der von der Vorkarde gebildeten Bänder, mit einer mehr oder weniger grösseren Zahl (10 bis 20) derselben durch Riffelwalzen gespeist. Die Abnahme erfolgt sodann wie bei der Vorkarde. Uebrigens findet auch hier eine Bandvereinigungsmaschine (Duplirmaschine, Doubleur, Doubleusse, *Lapping machine*) von der S. 617 angegebenen Anordnung oft und zweckmässig Anwendung.

In Bezug auf die Dimensionen der Wergkratzen mag angeführt werden, dass die Breite derselben = den Walzenlängen zwischen 1,8 bis 2,4 m. variirt, gewöhnlich aber 1,1 bis 1,2 m. beträgt. Die Haupttrommel hat 1,0 bis 1,5 m., der Abnehmer 25 bis 30 cm., der Arbeiter 14 bis 15 cm. Durchmesser. — Die Geschwindigkeit der Vorkratzen-Haupttrommel darf 850 und die der Feinkratzen-Haupttrommel 720 m. pro Minute nicht übersteigen, weil sonst zu viel Fasern abgerissen werden. Durchschnittlich beträgt sie 600 bis 660 m. für die Vorkratze und 475 bis 550 m. für die Feinkratze, so dass sich die Zahl der Umdrehungen je nach dem Trommeldurchmesser auf 120 bis 220 pro Minute stellt. — Die Einführungswalzen also der Vorkratze (also auch das Zuführtuch) bewegen sich mit 225 bis 250 mm. und diejenigen der Feinkratze mit 450 bis 570 mm. pro Minute. Demnach ist auch die Geschwindigkeit der Kammwalze der Feinkratze grösser (etwa 9 m.) als die der Kammwalze der Vorkratze, welche 8 m. pro Minute beträgt und welcher 400 bis 500 Schläge des Hackers entsprechen.

B. Strecken und Dupliren.

Das Strecken und Dupliren des Wergbandes findet auf mehreren (2 bis 4) aufeinander folgenden Strecken oder Durchzügen (Wergdurchzügen) Statt, welche von den Flachsdurchzügen, S. 631, nicht verschieden sind. — Mitunter nur findet hier auch die Igelstrecke, S. 570, Anwendung, ebenso die Kettenstrecke, S. 571. — Der jedesmalige Verzug der Bänder richtet sich nach der Länge und Feinheit des Materials insofern, als man für langes, feines Werg die Streckung bis auf das 12fache, für feines, kurzes auf das 9 bis 10fache, für grobes aber nur auf das 6 bis 7fache treiben kann. Danach bekommen z. B. am Durchzug die etwa 40 mm. dicken Einziehwalzen 1,5 bis 3,0 m.; die 65 bis 70 mm. dicken Streckwalzen 17 bis 18 m.; die 65 bis 70 mm. dicken Abzugswalzen 18,5 bis 19,0 m. Geschwindigkeit in der Minute.

C. Vorspinnen.

Das Vorspinnen erfolgt ganz nach den für das Vorspinnen des Flachses angegebenen Regeln auf denselben Flyern, mit einer Drehung von 0,8 bis 1,6 auf 25 mm. Garnlänge.

D. Feinspinnen.

Zum Feinspinnen des Werges kommen selbstverständlich ebenfalls die 3 Methoden in Betracht, welche S. 634 beim Feinspinnen des Flachses

erörtert wurden, weil in der Beschaffenheit des Wergs dieselben Bedingungen vorhanden sind. Doch stehen auch hier nur zwei derselben in Anwendung, nämlich das Trockenspinnen für sehr grobe Garne und das Nassspinnen für die feineren und feinsten Sorten. — Der Faden, welcher beim Trockenspinnen entsteht, zeichnet sich durch grosse Weichheit und Geschmeidigkeit aus und gewinnt dadurch in der Weberei einen Vorzug, namentlich bei gröberen Garnen, weil diese, nass gesponnen, sich viel schwieriger verarbeiten lassen und sich nicht besonders zu dichten Stoffen eignen. Auch besitzt die Methode des Trockenspinnens einen ökonomischen Vortheil, indem das nachherige Trocknen wegfällt. — Das Nassspinnen gewährt dahingegegen nicht nur eine leichtere Darstellung, sondern auch den Vortheil, dass man damit feinere und glatte, glänzende Garne herstellen kann.

Die zum Feinspinnen des Werges angewendeten Maschinen gleichen im Uebrigen denjenigen der Flachsspinnerei, mit dem Unterschied, dass bei den ersteren zum Trockenspinnen der Streckwalzenabstand nur 120 bis 240 mm. beträgt.

E. Nacharbeiten.

Die Nacharbeiten, welche an den Werggarnen vorgenommen werden, bestehen wesentlich auch im Haspeln und bei Anwendung der Nassspinnmethode im Trocknen der gehaspelten Garne. — Ueber beide Arbeiten gilt das S. 637 Gesagte.

Zur Erzeugung der gängigen Sorten Werggarn wird folgendes Maschinensystem angegeben: 1 Vorkarde; 1 Feinkarde; 1 Bandvereinigungsmaschine; 1 erster Durchzug mit 2 Köpfen und 8 Bändern; 1 zweiter Durchzug mit 3 Köpfen und 18 Bändern; 1 Vorspinnmaschine mit 4 Köpfen und 48 Spindeln; und 3 Feinspinnmaschinen mit zusammen 600 Spindeln.

Drittes Kapitel.

Woll-Spinnerei.

Die ausserordentlich grosse Verschiedenheit, welche die Wollhaare in Bezug auf Länge, Feinheit und Oberflächen-Beschaffenheit, namentlich aber auch in dem Kräuselungsgrade darbieten und welche die Verwendung der Wolle wegen der geringen oder grossen Neigung derselben zum Verfilzen bedingt, begründet zugleich verschiedene Methoden des Verspinnens, weil die kurze, feine, stark gekräuselte, rauhe Wolle eine andere Behandlung verlangt, als die lange, grobe, ungekräuselte, wenig rauhe. — Man unterscheidet demnach bei der Woll-Spinnerei zwei Hauptprozesse, je nachdem es sich um das Verspinnen kurzer oder langer Wolle (Streichwolle oder Kammwolle) (S. 504) handelt.

I. Streichwoll-Spinnerei [1]).

Die Streichwolle besteht aus Haaren, welche deutlich und stark gekräuselt sind, einen hohen Grad von Verfilzungsfähigkeit besitzen und

---

1) H. Grothe, Techn. der Gespinnstfasern, Bd. I., Streichgarn-Spinnerei und Kunstwoll-Industrie, Berlin 1876. — E. Hartig, Versuche über den Kraftbedarf in der Streichgarnspinnerei und Tuchfabrikation, Leipzig 1864. — C. Stommel, das Ganze der Streichgarnspinnerei, Hamburg 1875. — J. Fischer, der Streichgarnspinner, Chemnitz 1867. — Alcan, Travail de la laine cardée, Paris 1867. — Berliner Verh., 1864. S. 32 etc. — Techn. Encyklop., Bd. 19.

eine Länge haben, welche zwischen 30 bis 100 mm. liegt und dem Material eine sehr ungleichmässige, das Spinnen erschwerende Beschaffenheit ertheilen.

Der Arbeitsgang zerfällt auch hier in die Auflockerung und Reinigung, Isolirung, Bandbildung und das Spinnen.

A. Reinigung und Auflockerung.

Die vom Schafe genommene Wolle ist in einem so bedeutenden Grade mit anhängenden und anklebenden Verunreinigungen, namentlich dem fettigen Schweiss versehen, dass dem Verspinnen stets eine besondere nasse und trockene Reinigung vorhergehen muss. Gewöhnlich und zweckmässig erfolgt dieselbe in der Weise, dass die Wolle zuerst durch Schlagen von anhängendem Staub befreit (Entstauben), darauf durch Waschen entschweisst und sodann durch Wölfe weiter gereinigt und aufgelockert (Wolfen) wird.

1) **Entstauben.** Das Entstauben, welches übrigens fast nur bei feinen Wollen angewendet wird, um das Waschen zu unterstützen oder zum Vortheil für die Wolle abzukürzen, darf nur durch Schlagen oder Schütteln der völlig trockenen Wolle vorgenommen werden. Man bedient sich dazu solcher Vorrichtungen, welche auf dem Prinzipe des Schlagwolfs beruhen, gewöhnlich der S. 530 in Fig. 384 und S. 531 in Fig. 385 skizzirten Schlagwölfe.

2) **Entschweissen.** Die Wäsche der Wolle, welche die Entfernung des Fettschweisses (Entschweissen, Entfetten, Désuinter, Dégraisser, *Scouring*) und dadurch zugleich ein Ablösen der anderen Verunreinigungen in der Weise bewirkt, dass sie durch weitere mechanische Behandlung leicht zu beseitigen sind, findet mit den Mitteln und Apparaten [1]) und nach denjenigen Regeln Statt, welche S. 519 etc. ausführlich erörtert sind. — Die ausgedehnteste Verwendung findet dabei der durch Fig. 446 dargestellte,

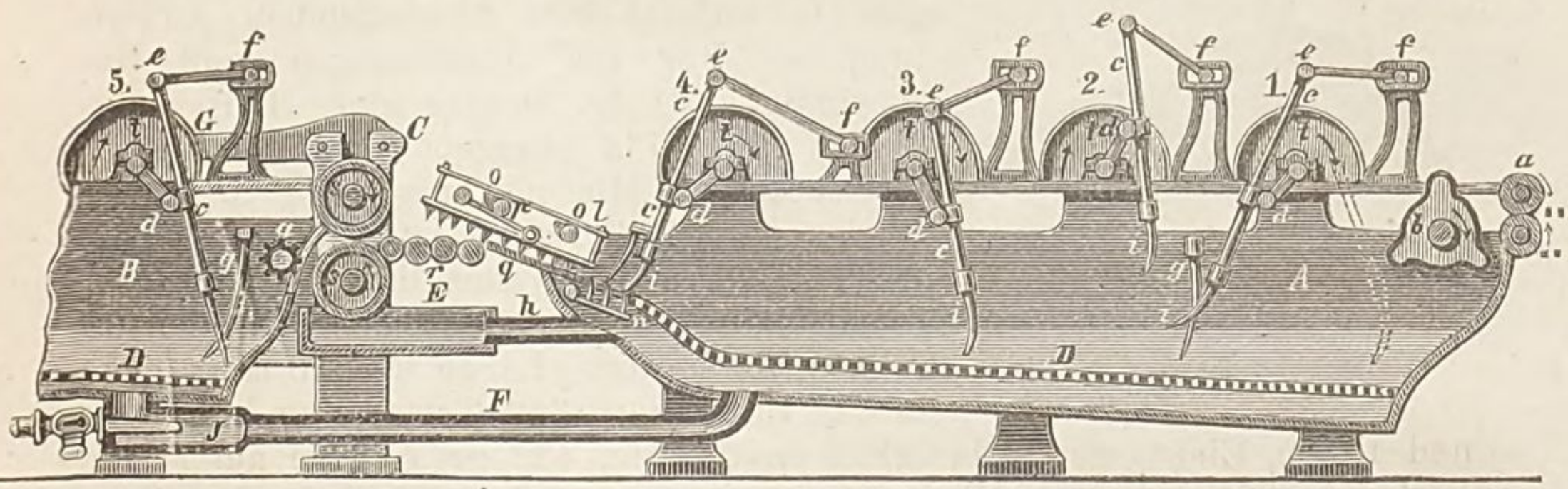


Fig. 446.

S. 523 ausführlich in Konstruktion und Leistung behandelte Leviathan. Durch die Wäsche verliert die Wolle je nach der Reinheit verschieden an Gewicht, immer aber so beträchtlich, dass der Verlust selten unter 40 %, oft aber bedeutend mehr, als 60 bis 70 %, beträgt, d. h. von 100 Th. roher, ungewaschener Wolle bleiben nur 30 bis 60 % gewaschene zurück. Verschiedene Beobachtungen haben zwar sehr abweichende Resultate ergeben; doch kann man wohl folgende Zahlen als Anhaltspunkte nehmen. Es verliert durch die Fabrikwäsche:

a. die rohe ungewaschene Wolle	40	bis	80	Prozent
b. die kalt auf den Schafen gewaschene	17	«	40	«
c. die kalt nach der Schur gewaschene	15	«	30	«
d. die warm nach der Schur gewaschene	10	«	20	«

1) Hütte, 1860. Taf. 31; 1864. Taf. 15.

3. Wolfen.

Die Auflockerung der Wolle nach dem Waschen, welche neben der zur freien Beweglichkeit erforderlichen Isolirung der Fasern auch noch die Entfernung der durch das Waschen abgelösten aber nicht weggespülten Verunreinigungen bezweckt, muss zwar nach den S. 525 B. entwickelten Grundsätzen erfolgen, aber wegen der zerrigen Beschaffenheit des Materials zur Vermeidung von Faserverlust mit der Vorsicht, dass das Oeffnen allmählich vor sich geht. — Darum beginnt die Auflockerung durch das Wolfen (Maschiniren, Louvetage, *Deviling*) nicht nur in der Regel mit dem Schlagwolf (Klopfwolf, Loup batteur) und endet mit dem Reisswolf (Teufel, Loup, Diable, *Devil, Wool mill, Willow, Plucker*), sondern wird auch vielfach durch den Klettenwolf (S. 534, 14) unterstützt.

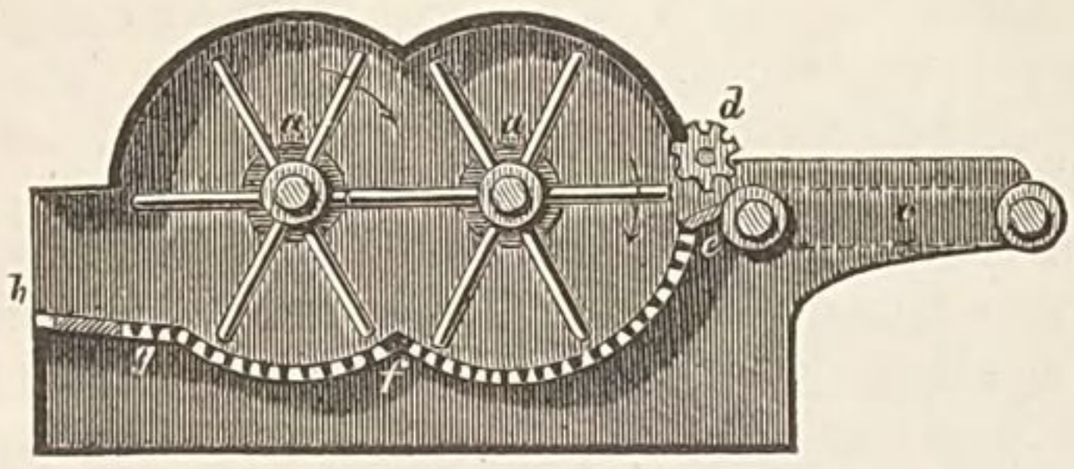


Fig. 447.

Der Schlagwolf ist gewöhnlich nach dem in nebenstehender Skizze, Fig. 447, angedeuteten, S. 530 ausführlich beschriebenen System konstruirt, oft auch mit den a. a. O. weiter unter 2 bis 6 bemerkten Abänderungen versehen. Namentlich findet die Muldeneinführung und eine Reihe Pflöcke, welche noch im Deckel angebracht ist und die Wirkung verstärkt, hier eine sehr zweckmässige Verwendung.

Der Reisswolf [1]) findet entweder in der durch Fig. 448 verdeutlichten Anordnung oder auch sehr oft als Flügelwolf, S. 533 und in den anderen a. a. O. aufgezählten Abweichungen Anwendung. — Für die Abmessungen und Geschwindigkeiten der Organe eines Reisswolfes können die S. 533 angegebenen Daten gelten. Als besonderes Beispiel mag hier angeführt werden, dass ein Reisswolf mit 935 mm. Arbeitsbreite, 990 mm. Trommellänge, 820 mm. Trommeldurchmesser, 73 Reihen à 33 = 2409 Zähnen von 35 mm. Länge und 10 mm. Dicke an der Basis, mit 350 Trommelumdrehungen und 1,8 m. Einzugsgeschwindigkeit pro Minute, 422 gr. Auflage auf 1 □m. Lattentuchfläche und stündlicher Leistung von 35 kg. Wolle im Leergang 0,34 und im Arbeitsgang 0,56 Pferdestärken beansprucht.

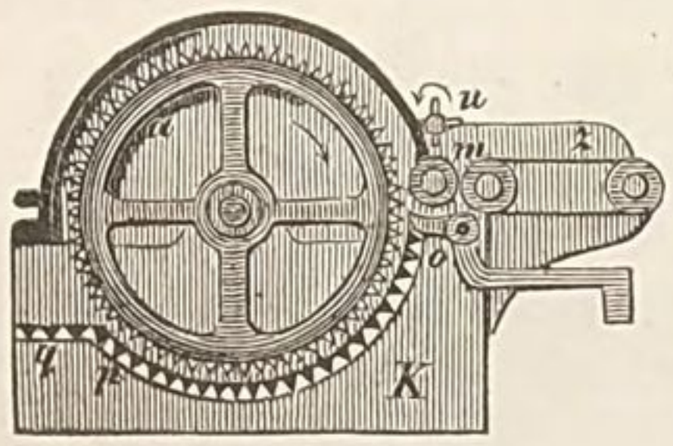


Fig. 448.

Der Klettenwolf hat eine von den S. 534 aufgezählten Einrichtungen.

4. Einfetten.

Da die hakig-zackige Oberfläche der Wolle, hervorgebracht durch die Schuppen derselben, das Ausziehen einzelner Haare selbst aus der gewolften Wolle in einer solchen Weise erschwert, dass bei den nun folgenden Arbeitsprozessen eine bedeutende Menge Haare abreissen würden, wenn man nicht die Oberfläche jedes Haares vorübergehend von ihrer Rauhigkeit befreite und schlüpfrig machte, indem man sie mit einer fettigen Substanz überzieht, so folgt unmittelbar auf das Wolfen das Tränken der Wolle mit einer solchen Masse. — In der Regel dienen zu diesem Zwecke die

1) Hütte, 1860. Taf. 31 a, b, c, d.

flüssigen Fette, namentlich Baumöl, Rüböl, Mohnöl und bei ganz ordinären Wollsorten Thran, wesshalb die in Rede stehende Operation auch das Oelen (Fetten, Einfetten, Schmälzen, Einschmälzen, Schmieren, Huiler, Graisser, Ensemer, *Oiling*) genannt wird. Ferner findet die flüssige Oelsäure und das Olein als Ersatz des Oeles Verwendung. — Je feiner die Wolle ist, je mehr Oberfläche bieten die Haare einer gewissen Menge Wolle dar, je grösser muss desshalb auch die zum Fetten erforderliche Oelmenge sein. Wenn demnach für grobe Wolle 10 bis 12 kg. Oel auf 100 kg. Wolle genügen, so fordern die feinen Wollen 15 bis 20 kg. Diesen grossen Verbrauch an Oel, welcher die Kosten der Fabrikation erheblich steigert, hat man durch Zusätze [1]) billiger Stoffe (Seifenlösung, Abkochungen schleimgebender Pflanzen, Milch, Glyzerin) zu verringern oder auch zu umgehen versucht, allein bis jetzt, vielleicht mit Ausnahme des Glyzerinzusatzes, ohne empfehlenswerthen Erfolg, weil diese entweder zu schnell austrocknen (wesshalb sogar die austrockenden Oele oft vermieden werden müssen) oder die Wolle, den Kratzenbeschlag und andere Spinnmaschinentheile leicht angreifen.

Das Einfetten selbst geschieht in der Regel schon während des Wolfens, weil auch hier bereits dadurch ein günstiger Einfluss auf die Arbeit erwächst. In Rücksicht auf den Oelverlust durch den Wolfabfall jedoch wird das Oelen selten vor dem zweiten Wolfen, oft aber erst nach demselben vorgenommen. Ausgeführt wird es entweder durch einfaches Aufgiessen des Oeles vermittelst einer Giesskanne und Einmischen desselben mit Hilfe eines Rechens oder eines Schlagwolfs, oder neuerdings mittelst besonderer automatisch wirkender Vorrichtungen, welche auf abgewogene Wollmengen auch abgewogene Oelmengen aufsprengen und mit einem Wolf verbunden sind (Oelwolf [2]), Brisoir automate à huiler la laine). Oft bestehen dieselben aus Bürstenwalzen, welche quer über dem Zuführtuch liegen, das aus einem darüber angebrachten, mit Regulirungsvorrichtung versehenen Behälter auströpfelnde Oel auffangen und durch schnelle Umdrehung auf die Wolle schleudern, welche gleichmässig über das Zuführtuch verbreitet ist. — Bei einer anderen Anordnung läuft das Oel aus einem Regulirungsapparat auf eine schräge Platte, um sich auf dieser regelmässig zu vertheilen und dann von der Kante derselben direkt auf die Wolle oder auf die Bürste zu tröpfeln. — Eine dritte Konstruktion besteht in einem feindurchlöcherten horizontalen Rohr, dem durch vertikale Röhren das Oel zufliesst, welches durch das in oszillirende Bewegung versetzte Rohr auf die Wolle regnet. — Ein vorzüglicher Oelapparat besteht aus einem Oelbehälter, aus welchem ein System von Löffeln, die an einer drehenden Welle sitzen, das Oel ausschöpfen und auf eine schräge Blechplatte abgeben, von welcher es auf die Wolle fällt. Hierbei geschieht die Regulirung durch Veränderung der Löffelwellen-Umdrehungen. — In vielen Fällen ist es beliebt, das Oel vor dem Aufgeben mit Wasser zu mischen, um eine feinere Vertheilung des Oeles herbeizuführen; dann ist in dem Oelbehälter noch ein Mischapparat, bestehend aus drehenden Flügelwellen, anzubringen.

In dem Oelwolf wird zugleich auch gewöhnlich das Meliren (Mélanger, *Mixing*) oder Vermengen verschiedenfarbiger Wolle zur Anfertigung der vielfarbigen Garne für die sog. melirten Tuche (*Mixed cloth*) vorgenommen.

---

1) Karmarsch-Hartig, Bd. 2. S. 1237. — Grothe, Streichgarnspinnerei, S. 241. — Dingler's Journ., Bd. 168. S. 159. 2) Berliner Verh., 1864. S. 46 u. 47; 1866. S. 182. — Civil-Ing., 1877. S. 14. — Polyt. Zeit., 1874. S. 191. — Polyt. Centr., 1861. S. 95 u. 108; 1864. S. 1278. — Dingler's Journ., Bd. 180. S. 275.

B. Kratzen.

Die durch Wolfen geöffnete und durch Oelen geschmeidig und schlüpfrig gemachte Wolle, welche noch einer weitergehenden Auflockerung bedarf, um zur Bildung eines regelmässigen Bandes geeignet zu sein, nähert sich in dieser ihrer äusseren Beschaffenheit auf der einen Seite der Baumwolle, auf der anderen der Hede, und wird daher zum Zwecke der Faser-Isolirung aus denselben Gründen zunächst auf der Kratzmaschine[1]) weiter verarbeitet (Kratzen, Streichen, Krempeln, Kardätschen, Carder, *Carding*). — Die Zerrigkeit des Materials, d. h. der namentlich durch die Kräuselung und die Länge hervorgerufene Widerstand gegen das Auszupfen erheischt in erster Linie einen gehörig widerstandsfähigen Beschlag der Kratzen, die Feinheit desselben aber feine Zähne und eine schonende Behandlung und deshalb mindestens ein zweimaliges, oft ein drei- bis viermaliges Kratzen, um zugleich ein genügendes Mischen zu veranlassen. — Die Kratzenhäkchen sind gewöhnlich aus rundem Draht von verschiedener Feinheit angefertigt und, wie S. 540 angegeben, in Leder zu Beschlägen zusammengestellt, welche nach Feinheitsnummern etwa wie folgt sortirt werden:

	Drahtdicke.	Spitzen auf 10 □cm.
Nr. 8	0,52	276
« 10	0,48	310
« 12	0,45	368
« 14	0,42	414
« 16	0,39	438
« 18	0,36	460 bis 564
« 20	0,33	438 « 692
« 22	0,30	760 « 910
« 24	0,28	782 « 996
« 26	0,26	856 « 996
« 28	0,24	1060 «
« 30	0,22	1096 « 1244

Für sehr grobe Beschläge ist es zweckmässig, die Kratzenhäkchen aus Draht herzustellen, dessen Querschnitt ein gleichschenkliges Dreieck mit 33° Schenkelwinkel und konvex abgerundeter Basis ist, weil diese Form neben einer grossen Stärke durch schräges Abschleifen noch scharfe Spitzen erhält. Die Höhe des Dreiecks variirt dann zwischen 0,6 bis 1,6 mm.

Da die mit Igeln ausgestatteten Kratzen für das vorliegende Material wegen der gewissermassen zögernd stattfindenden Bearbeitung und der geringen Kardirungsfläche eine schonende Behandlung neben bedeutender quantitativer Leistung hervorruft, so werden zum Kratzen der Wolle ausschliesslich Walzenkratzen verwendet, deren wesentliche Anordnung aus beistehender, S. 545 ausführlich erklärter Fig. 449 hervorgeht. Die Abweichungen von dieser für das Kratzen von Baumwolle bestimmten Maschine bestehen hauptsächlich in dem bei z angebrachten Zuführtuch und in einer gewöhnlich vorkommenden Ergänzung durch eine besondere in der Nähe der Kammwalze K liegende Walze, welche eine Ueberführung des auf dem Tambour T sitzenden Fliesses in den Beschlag der Kammtrommel vermittelt, indem sie die Fasern von dem Beschlag der grossen Trommel abstreift und an denjenigen der Kammtrommel überträgt. Der Beschlag

1) Berliner Verh., 1864. S. 100 u. 108. — Publ. ind., V. 5. S. 449. — Hütte, 1860. Taf. 21a, b, c. — Polyt. Centr., 1858. S. 574, 575 u. 1053; 1862. S. 1120; 1863. S. 42; 1868. S. 113. — Dingler's Journ., Bd. 149. S. 96 u. 421; Bd. 188. S. 462; Bd. 201. S. 333.

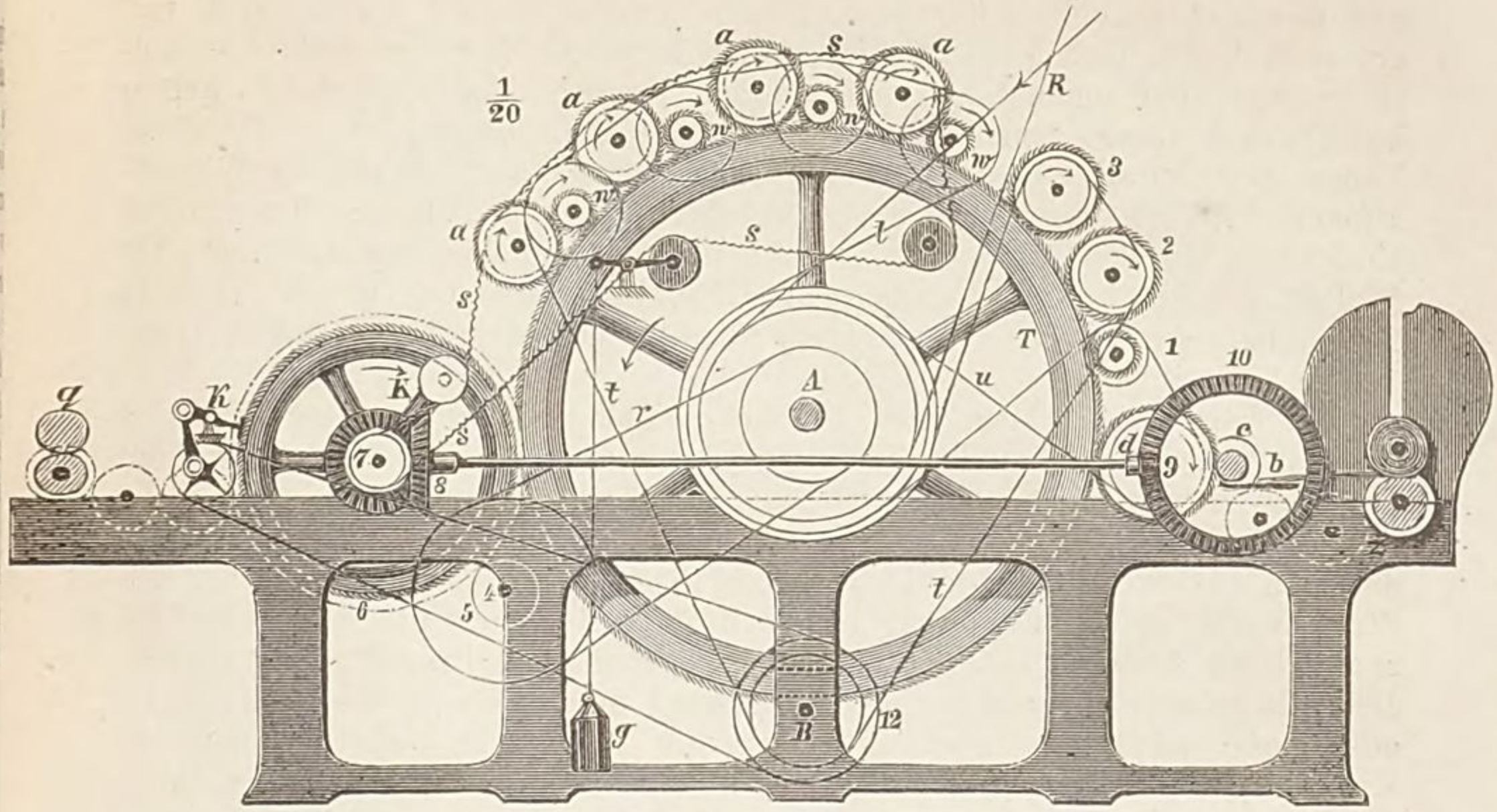


Fig. 449.

dieser 250 bis 320 mm. im Durchmesser haltenden, sich schnell drehenden Walze (Schnellläufer, Läufer, Volant, *Fly*, *Fancy roller*)[1]) muss zur Erzielung der Wirkung aus sehr nachgiebigen Zähnen bestehen, die selbst ein klein wenig in die Beschläge eingreifen. — Eine weitere Verschiedenheit ist ferner noch in dem Mittel vorhanden, das angewendet wird, um unbeschadet der Widerstandsfähigkeit die Häkchen sehr fein anwenden zu können und das in einer Unterstützung der Zähne (mit Ausnahme der des Schnellläufers) durch eine zwischen dieselben gebrachte elastische Masse besteht. Diese wird aus einer Mischung von äusserst kurzen (bei dem Tuchscheren abfallenden) Härchen (Scherwolle) mit Oel gebildet und mittelst Bürsten so tief zwischen die Zähne eingeschlagen, dass letztere bis an oder über die Knie davon umgeben sind (Füllen, Flocken, Futtern, Embourrage). Da diese Füllung eine gewisse Steifigkeit mit einer gewissen Nachgiebigkeit vereinigen muss, so wird das zu ihrer Anfertigung gebrauchte Oel gewöhnlich aus fettem (Baum-)Oel und trockendem (Lein-)Oel zusammengesetzt.

Die Abnahme der gekratzten Wolle erfolgt wie gewöhnlich durch den Hacker und zwar entweder als zusammenhängendes, breites Fliess (Pelz, Fell, Nappe, *Fleece*) oder in Bändern oder bandartigen Körpern.

Die Abnahme als Fliess findet fast nur bei der ersten Kratzmaschine, welche wegen des Vorarbeitens (Vorkratzen, Schrubbeln, Schrobbeln, Drousser, Drosser, *Scribbling*) Vorkrempel, Reisskrempel, Schrubbelmaschine (Droussette, Drousse, Briseuse, *Scribbler*, *Scribbling machine*) genannt wird, Statt (Pelzkrempel, Pelzmaschine, Fellmaschine) und zwar in einer solchen Weise, dass damit zugleich ein oft weitgehendes Dupliren verbunden wird. Zu dem Zwecke befindet sich zum Aufwickeln des Fliesses an der Schrubbelmaschine vor dem Hacker eine hohle, hölzerne Trommel (Aufroller, Pelz-Fell-Trommel) von grossem (675 bis 800 mm.) Durchmesser, welche sich langsam dreht

1) Deutsch. Ind.-Zeit., 1870. S. 133.

und durch Aufnahme einer bedeutenden Anzahl dünner Fliesse sich mit einem dickeren bedeckt, welches in der Richtung der Trommelachse zerrissen und abgenommen als eine vielfach duplirte Watte (Matelas) gelten kann, deren Länge gleich dem Umfange der Pelztrommel ist. — Da diese Länge nur unbedeutend sein kann (höchstens 3 m.), so ist ein Wickelapparat in Vorschlag gebracht,[1]) welcher aus einem langen Tuch ohne Ende besteht, das über eine Anzahl über- und nebeneinander liegender Walzen geführt wird und sich auch allmählich mit einer grossen Anzahl Fliesse bedeckt, welche sich zu einem Fliesse von bedeutender Länge (60 bis 100 m.) vereinigen.

In sehr vielen Fällen wird die Wolle auch von der Schrubbelmaschine als Band gewonnen, indem das Fliess hinter dem Kamm durch einen Trichter zusammengezogen, durch ein Paar Walzen gepresst und auf grobe Spulen aufgewickelt wird. — Hierbei ist namentlich ins Auge zu fassen, dass ein Strecken und Dupliren auf besonderen Streckmaschinen bei der Streichwolle nicht anwendbar ist, und dass demnach die Kratzmaschine zugleich die Aufgabe hat, ein möglichst regelmässiges Produkt zu erzeugen. Deshalb gelangt die auf der ersten Krempel geschrubbelte Wolle als Fliess oder Band mindestens noch auf eine, oft nach und nach auf mehrere Krempeln, welche sich von der Schrubbelmaschine wesentlich nur durch den feineren Beschlag unterscheiden (Feinkrempel). Je nachdem die Wolle von der Vorkratze als Fliess oder Band abgenommen wird, ist die Abgabe an die Feinkrempel verschieden, da zur Speisung derselben mit Bändern diese in grösserer Zahl nebeneinander dargeboten werden müssen. Um in diesem Falle den Transport zu vermeiden, pflegt man wohl eine Vorrichtung anzubringen, welche das Band direkt von der Vorkratze an die Feinkratze abliefert und zwar so, dass es sich in Zickzackgängen quer auf das Zuführtuch der letzteren legt.[2]) Hierdurch wird nicht nur die Speisung mit nur einem Bande und zwar in sehr regelmässiger Weise möglich, sondern es findet durch das seitliche Auflösen des Bandes in seine Fasern eine sehr weitgehende Isolirung und Mischung derselben Statt. Der zu dieser Speisung erforderliche Apparat[3]) besteht in einem Schlitten oder Wagen, der quer (diagonal) über dem Zuführtuch hin- und herläuft und dabei das von dem Trichter Hergegebene ebenfalls diagonal auf das Zuführtuch legt. — Erfolgt die Speisung als Fliess, so wird dieses entweder auf das Zuführtuch gelegt, oder es werden zugleich mehrere (2 bis 4) Fliesse in ein rahmenartiges Gestell gelegt, durch Antriebsvorrichtungen regelmässig abgewickelt und übereinander ohne Zuführtuch den Speisewalzen überliefert.

So lange die Wolle noch von einer Kratze auf eine andere gebracht werden soll, geschieht die Aufbringung und Abnahme wie bei der Schrubbelmaschine. Nur von der letzten Kratze (Feinkratze) muss die Abnahme in der Weise erfolgen, dass das Kratzprodukt sofort den Vorspinnmaschinen übergeben werden kann.

Wie S. 504 bereits angedeutet wurde, findet nämlich die Streichwolle hauptsächlich Anwendung zur Erzeugung verfilzter Stoffe (Tuche etc.), weshalb denn auch bei der Streichgarnspinnerei auf diese Bestimmung besonders Rücksicht zu nehmen ist. Da nun die Filzungsfähigkeit eines Gewebes wesentlich durch eine unregelmässige Lage der Fasern und mithin durch eine Rauhigkeit des zum Weben bestimmten Garnes erhöht wird,

---

1) Berliner Verh., 1864. S. 99. 2) Berliner Verh., 1864. S. 95. — Polyt. Centr., 1868. S. 113. 3) Grothe, Streichgarnspinnerei, S. 277.

so kann es bei der Erzeugung der Streichgarne nicht in der Absicht liegen, in der Anordnung der Fasern eine parallele Lage derselben, sondern nur eine gleichmässige quantitative Vertheilung hervorzubringen. Aus diesem Grunde sind hier die Streckwerke, deren Aufgabe ja besonders in der Hervorbringung des Faser-Parallelismus liegt, möglichst zu vermeiden, die Egalität des Garnes durch das häufige Kratzen und Dupliren auf den Krempeln zu erzielen, die Bildung von Vorgarn nach dem Prinzip der vorübergehenden Drehung ohne Gerade-Streckung vorzunehmen und um dies zu ermöglichen, das von dem Feinkrempel fallende Fliess durch Theilung in feine, dünne Bänder zu verwandeln. Demnach sind die Feinkratzen fast ausnahmslos mit einer Vorrichtung zum Theilen des Fliesses versehen, die entweder eine Quertheilung in Locken, S. 548, oder eine Längstheilung herbeiführt.

Zur Bildung der Locken liegt vor der Hauptrommel der Kratze (Lockenmaschine, Lockenkrempel, Carde à loquette) eine Kammwalze, welche nicht auf der ganzen Oberfläche mit Beschlagbesatz versehen ist (wie das durch Aufziehen langer Kratzenbänder in Schraubenlinien der Fall), sondern auf der sich nur eine gewisse Zahl (6 oder 8) Bänder von 135 bis 175 mm. Breite so aufgezogen befinden, dass sie in der Achsenrichtung verlaufen und zwischen sich einen Abstand von 40 bis 50 mm. lassen. Da an diesen von Kratzenbeschlag leeren Stellen eine Unterbrechung der Fliessabnahme stattfindet, so liefert der Hacker das Fliess auch nur in Portionen ab. Diese Fliesstheile gelangen sodann in eine hölzerne Mulde (Lockenkasten, Lockenschüssel, Bac, Bàche, Coquille, Bachut, *Roll-box*, *Shell*) von halbzylindrischer Form, welche quer vor der Maschine liegt und in der sich eine hohle, hölzerne, 220 bis 300 mm. an Durchmesser haltende, an der Mantelfläche mit 84 bis 72 flachrunden Furchen kannelirte Walze (Lockentrommel, Rouleau à ploques, *Roller*, *Bowl*) dreht. Von den Furchen dieser Trommel gefasst, werden darauf diese Fliesstheile an der inneren Fläche der Mulde entlang gerollt und dadurch in kurze, runde, etwa 15 bis 20 mm. dicke und 1 m. lange Bandstücke verwandelt, welche sodann herausgeworfen Locken heissen, wegen der unregelmässigen Lage der Fasern zum Verfilzen sehr geeignet sind und durch Aneinanderreihen (Anstückeln) zu einem beliebig langen Lockenband (Locken ohne Ende, Loquettes continues) vereinigt werden. Die Theilung des Fliesses in der Längenrichtung kann nach einer der auf S. 548 und 549 angegebenen Methoden vorgenommen werden. Jedoch wird besonders für feine Wolle die Methode 5 (eine Walze mit zwei Hackern) für gröbere Wolle die Methode 1 (zwei Kammwalzen) benutzt. In neuester Zeit findet aber der Riemchenapparat, Fig. 450, dessen Beschreibung S. 549 gegeben ist, in der Streichgarnspinnerei eine ausgedehnte Anwendung zur Fliesstheilung.

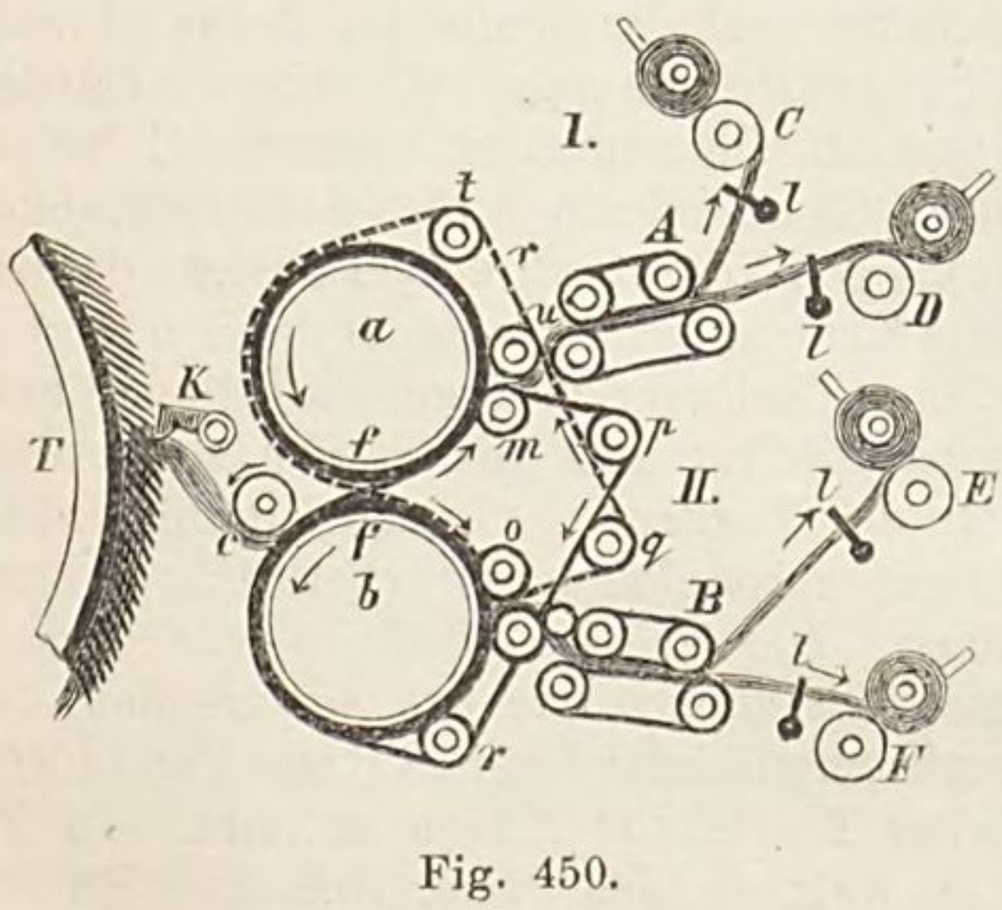


Fig. 450.

Bezüglich der Grössen- und Geschwindigkeitsverhältnisse einer Schrubbelmaschine mögen folgende Angaben als Beispiel gut gewählter Grössen genügen [1]).

	Durchmesser in mm.	Umgänge pro Minute.	Geschwindigkeit in mm. pro Sekunde.
Einziehwalzen	78	1	4,1
Haupttrommel	1000	90	4712,0
Arbeiter	193	20	202,0
Wender	98	279	1052,0
Läufer	261	420	5740,0
Kammwalze	366	8,3	159,0

Der Hacker macht 430 Schläge in der Minute und kämmt dadurch bei jedem 22,3 mm. Fliess ab. Die Maschine verarbeitet bei 1,045 m. Arbeitsbreite stündlich mindestens 2,5 kg. Wolle, so dass auf 1 m. Zuführtuch fast 170 gr. kommen. Der austretende Pelz hat bei 4% Materialverlust ein Gewicht von 4 gr. auf 1 □m.

C. Vorspinnen.

Die von der Lockenkrempel gelieferten Locken werden durch Streckung und Drehung auf einer Vorspinnmaschine in Vorgarn (Vorgespinnst, Mèche, *Slub*, *Slubbing*) verwandelt, welche zur Gattung der Spinnmaschinen mit unterbrochenem Prozess gehört, insbesondere mit einer Presse ausgestattet ist (S. 586 Jenny-Maschine), die mit der Wagenbewegung die Streckung bewirkt. Da die Herstellung und Verarbeitung der Locken immer seltener wird und diejenige der Bänder stets grössere Ausdehnung gewinnt, so verschwindet auch immer mehr und mehr diese Vorspinnmaschine.

Die von der Feinkrempel erzeugten Bändchen oder Streifen werden durch Dichtung in Vorgespinnste verwandelt. Da hierbei die Dichtung mit seltenen Ausnahmen durch vorübergehende Drehung vermittelst des Würgelzeuges, Fig. 451, oder der Röhrchen, S. 573, vorgenommen wird und diese Apparate sich ihrer geringen Ausdehnung und ihrer Einfachheit wegen ebenso leicht mit den Krempeln verbinden lassen als die Lockentrommel etc., so liefert in der Regel die Feinkrempel die Wolle als Vorgespinnst ab (Vorspinnkrempel, Continue, Carde continue, C. fileuse, C. à boudin, C. boudineuse, C. américaine, Filo-finisseuse, Saxonne). Die Vorspinnkrempel besteht daher aus dem Kratzapparat, aus einer der S. 548 angegebenen Theilvorrichtungen, aus einem Verdichtungsapparat und aus Spulen zum Aufwickeln der Vorgarne. Durch Kombinirung dieser Apparate mit ihren Verschiedenheiten ist eine ausserordentlich grosse Zahl von Vorspinnkrempeln [2]) entstanden. Der grösste Theil ist jedoch mit Würgelzeug und einer der oben erwähnten Theilungsvorrichtungen versehen. — Eine jetzt viel angewendete Vorspinnkrempel ist in der Skizze Fig. 450, S. 647 mit Weglassung der kratzenden Theile vor Augen geführt. In T erkennt man die Kammtrommel, von welcher der Hacker K das Fliess

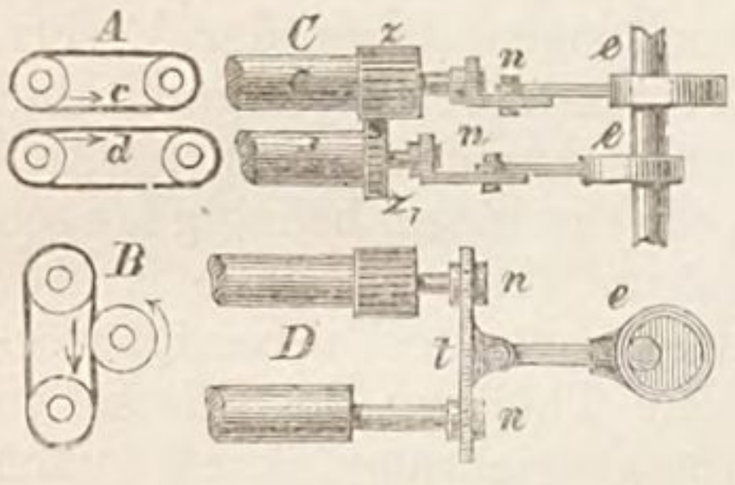


Fig. 451.

1) Berliner Verh., 1836. S. 52. 2) Grothe, Streichgarnspinnerei, S. 346. — Publ. ind., V. 5. S. 454. — Karmärsch-Hartig, Bd. II. S. 1247. — Hütte, 1860. Taf. 32. — Wieck's Gewerbe-Zeit., 1857. S. 162; 1860. S. 286. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 23. — Polyt. Centr. 1858. S. 574, 575 u. 1053. — Dingler's Journ., Bd. 201. S. 393.

ununterbrochen abschlägt, um es, von der Walze C geführt, in den oben beschriebenen Theilungsapparat treten zu lassen, der dasselbe als schmale Streifen abliefert. Diese schmalen Streifen passiren darauf in zwei Abtheilungen die Würgelzunge A und B, verdichten sich hier und laufen dann als Vorgespinnste auf Spulen, welche durch Reibung von den Walzen C, D, E, F mitgenommen werden, während durch Verschiebung der Bändchenführer 1 die Aufwickelstelle verlegt wird. — Wenn man sich an dieser Maschine an Stelle des Riemenapparates einen der anderen Theilmechanismen denkt, erhält man das Bild abweichender Konstruktionen.

Betreffs der Leistung einer gewöhnlichen Vorspinnkrempel mit zwei Kammwalzen giebt Hartig folgende Daten.[1])

	Durchmesser in mm.	Umdrehungen pro Min.
Speisewalzen	55	0,583
Hauptrommel	985	100
Arbeiter	180	7,81
Wender	110	527
Schnelläufer	275	446
Kammwalze	300	4,28
Wurzelwalze	65	18,1
Garnwickelwalze	130	10,6

Bei einer Auflage von 1 kg. Fliess auf 1 □m. Lattenfläche nnd 1,08 m. Arbeitsbreite liefert diese Maschine 5,80 kg. Vorgarn, mit einem Arbeitsverbrauch im Leergang = 0,32 an Arbeitsgang = 0,51 Pferdestärken.

D. Feinspinnen.

Zur Verwandlung des Vorgarnes in fertiges Garn muss auch hier das erstere durch Streckung verfeinert und dann mit Drehung versehen werden. Dies ist die Aufgabe der Feinspinnmaschine, welche demnach wie jede Spinnmaschine mit einer Einrichtung zum Strecken und einem Drehapparat ausgestattet sein muss.

Die Verwendung der Streichgarne verlangt zunächst möglichste Vermeidung der parallelen Faserlage. Desshalb sind auch unter den Vorbereitungsmaschinen Streckmaschinen nicht vorhanden; es muss vielmehr die ganze Vorbereitung allein mit Hilfe des Wolfes und des Kratzprozesses nebst Fliesstheilung vollzogen werden. Die Folge davon ist zwar ein sehr einfacher Vorbereitungsapparat, aber auch ein ungleichförmiges Produkt, da es sehr schwierig ist, durch das Dupliren auf den Krempeln dieselbe Gleichförmigkeit zu erzielen, die durch das Strecken und Dupliren auf den Streckwalzen erzeugt wird und noch schwieriger, eine solche Gleichförmigkeit bei der Fliesstheilung in jedem Fliesstreifen zu erhalten. Da nun durch eine einfache Streckung zwischen zwei Paar Streckwalzen, welche nach den Grundsätzen S. 564 angelegt sind, die Ungleichförmigkeit sich noch vergrössern muss, weil dünnere Stellen δ, Fig. 452 A, sich mehr verziehen, als dickere δ_1, so sind auch aus diesem Grunde gewöhnliche Streckwerke unanwendbar. — Nun ist aber S. 577 ausführlich nachgewiesen, wie sich die ungleichförmigen Stellen des Vorgarnes verhalten, wenn gleichzeitig mit dem Ausziehen ein Drehen verbunden wird, «dass nämlich die

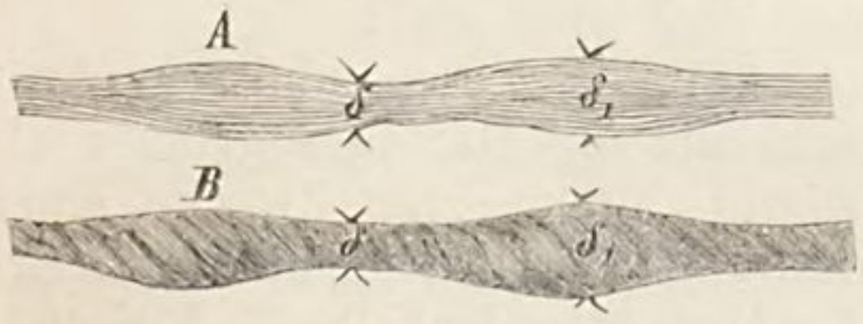


Fig. 452.

1) Versuche über den Kraftbedarf in der Streichgarnspinnerei etc.

dickeren Stellen δ_1, Fig. 451 B, allmählich während des Ausziehens verschwinden» und dadurch das Prinzip festgestellt, nach welchem die Streckung erfolgen kann und die Streckvorrichtung konstruirt werden muss. — Ferner geht aus der bei dem Spinnprozess mit unterbrochener Wirkung gemachten Erörterung hervor, dass grade diese Methode des Spinnens das eben genannte Prinzip verwirklicht, woraus weiter folgt, dass zunächst zum Feinspinnen der Streichwolle eine nach diesem Prinzip gebaute Maschine sich besonders eignen muss. Daher ist die Zylinder-Maschine für die Streichgarnspinnerei die hauptsächlich angewendete Maschine. Sie wird neuerdings fast ausschliesslich selbstwirkend, wie die Baumwollmule gebaut und Streichgarnselfaktor, Streichgarnmule[1]) genannt. Dem Wesen nach besteht dieselbe aus zwei Haupttheilen G und W, Fig. 453, wovon G als das feststehende Gestell zur Aufnahme der mit Vorgespinnst gefüllten Spulen oder Kötzer und der Speisezylinder A und W als der mit den Spindeln und den erforderlichen Antriebs-, Drehungs- und Aufwindungs-Organen versehenen Wagen erkennt. — In Betreff der weiteren allgemeinen Einrichtung des Selfaktors muss auf S. 580 verwiesen werden, wo dieselbe ausführlich erläutert ist. — Hier sollen nur einige Bemerkungen noch Platz finden, welche sich insbesondere auf den Streichgarnselfaktor beziehen.

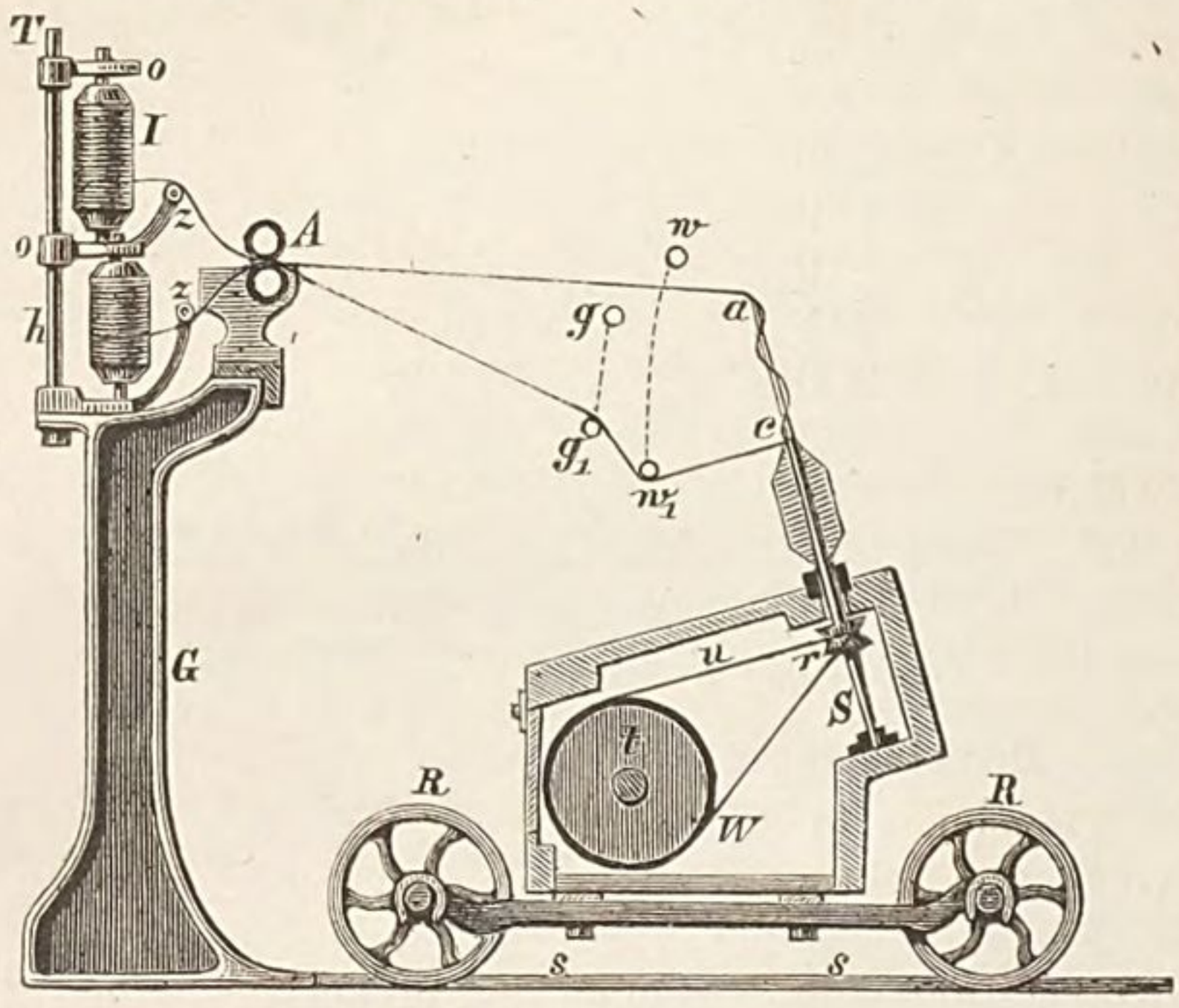


Fig. 453.

Die Zahl der Spindeln variirt zwischen 120 bis 510 und ihre Geschwindigkeit zwischen 1800 bis 2500 Umgängen pro Minute. Dabei kann man im Durchschnitt annehmen, dass für grobe Garne bis Nr. 10 260 bis 300, für feinere bis 600 und mehr Spindeln auf eine Pferdestärke kommen.

Die Speisezylinder werden mitunter von Holz, zweckmässiger aber aus Eisen konstruirt. Die unteren sind aus Schmiedeisen oder Stahl und geriffelt, 50 mm. Durchmesser und mit 60 Riffeln versehen. Die Oberwalzen aus Gusseisen und ebenfalls 50 mm. dick sind glatt.

Der Wagen macht einen Auszug von 1,5 bis 2,0 m. und zwar mit verzögerter Geschwindigkeit, S. 603, welche um ein Geringes grösser als die der Zylinder ist. Nach Abstellung dieser nimmt zum Zwecke einer vorsichtigen Streckung die Wagengeschwindigkeit allmählich ab. Zur Erzeugung dieser Wagenbewegung dient statt der Mantausendscheibe M, Fig. 421, ebenfalls eine Schnecke. — Die Spindelgeschwindigkeit dahingegen ist

---

1) Grothe, Streichgarnspinnerei, S. 601. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 462. — Wollengewerbe, 1875. S. 319. — Publ. ind., V. 18. S. 247. — Civil-Ing., 1875. S. 185. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 162; 1872. S. 211. — Polyt. Centr., 1872. S. 631. — Polyt. Zeit., 1875. S. 591. — Dingler's Journ., Bd. 203. S. 6.

zweckmässig eine sog. dreifache. Während der Lieferung ist sie am kleinsten, nach Abstellung der Zylinder wächst sie und kurz vor Beendigung des Auszuges wird sie als dritte Geschwindigkeit am grössten. Diese Geschwindigkeitszunahme mit der verzögerten Wagengeschwindigkeit in Beziehung gesetzt, zeigt, dass sich dadurch die Drehungsverhältnisse dem Verzug anpassen. — Nach dem Wagenstillstande wird dann noch mit der dritten Geschwindigkeit ein Nachdraht hervorgebracht.

Das Verzugsmass wird in der Regel durch die Zylinderumdrehzeit bestimmt und durch Verkürzung oder Verlängerung dieser Zeit vergrössert oder verkleinert, weil im ersten Falle ein kurzes, im zweiten ein längeres Stück Vorgarn auf die Länge des Wagenauszuges gestreckt wird. Demnach sind für verschiedene Garnnummern Wechselräder zur Aenderung der Speisedauer, beziehungsweise Vorgarnlänge erforderlich. — Die Grösse der Streckung liegt durchschnittlich zwischen 1,5 bis 5. Soll dieselbe grösser sein, so ist es zweckmässig, das Garn zweimal zu spinnen (Sürfiliren). Dann vertritt die erste Maschine eine Fein-Vorspinnmaschine und darf demnach auch nur einen schwachen Draht ertheilen.

Die Lieferungsmenge eines Selfaktors bestimmt sich aus den oben angegebenen Daten und der zu einem Auszug erforderlichen Zeit. Diese kann man etwa zu 36 Sek. annehmen, die sich so vertheilen, dass

6 Sekunden auf Ausfahren des Wagens bis zum Stillstande,
5 « « das Nachdrehen,
4 « « das Einfahren,
21 « « verschiedene Verluste und Pausen

kommen.

Die Vortheile, welche das Feinspinnmaschinen-System mit ununterbrochenem Spinnprozess, S. 607, darbieten, erklären die Bestrebungen, welche man gemacht hat, um diese feststehende Maschine für die Streichgarnspinnerei brauchbar einzurichten, da ja eine gewöhnliche Watermaschine für das Verspinnen deshalb untauglich ist, weil dieselbe ein hier nicht zulässiges Strecken zwischen Streckwalzen verlangt. Mit Berücksichtigung der oben für das Strecken des Streichwoll-Vorgarnes erörterten Punkte und ferner des Umstandes, dass das Garn durch das unausgesetzte Abrutschen von den einfachen Spindelspitzen, S. 579, eine für den Spinnprozess höchst günstige Erschütterung erleidet, sind mehrere feststehende Spinnmaschinen[1]) (Drosselmaschine) entstanden, die sich fast sämmtlich durch eigenthümliche Speise-Mechanismen, Streckwerke und die Zugabe eines Apparates zur Erzeugung einer vorübergehenden Drehung (Röhrchen), sowie vielfach durch Erschütterungs- oder Dickenregulirungs-Vorrichtungen auszeichnen, so dass sie als eine Vereinigung von Vorspinnmit Feinspinnmaschinen angesehen werden können. — Die Speisemechanismen liefern das Vorgarn entweder vermittelst eigenartiger Greif- und Transportorgane portionenweise wie bei der Zylindermaschine, oder ununterbrochen durch Speisewalzen. — Die Erschütterung wird durch schnell rotirende kleine Schläger[2]) hervorgebracht, welche zwischen zwei weitabstehenden Streckwalzenpaaren liegen und dem Garn etwa 1000 bis 1500 Schläge in der Minute geben. — Zur unausgesetzten Ertheilung von Draht, die während der Streckung zur Ausgleichung der Unregelmässigkeiten erforderlich ist und wegen der Zunahme der Garnfestigkeit einen für diesen

---

1) Zeitschr., deutsch. Ing., 1874. S. 392. — Berliner Verh., 1864. S. 142. — Prakt. Masch.-Constr., 1872. S. 111. 2) Kick und Rusch, Beiträge zur Spinnerei-Mechanik, Wien 1868. S. 52. — Polyt. Centr., 1864. S. 644. — Dingler's Journ., Bd. 171. S. 189.

Zweck besonders günstigen, grossen Abstand (0,5 m.) der Streckwalzen zulässt, wendet man das Röhrchen S. 573 (oft in etwas abgeänderter Form) an, indem man dasselbe fast unmittelbar vor dem zweiten Streckwalzenpaar einschaltet und mit 2000 bis 3500 Umdrehungen pro Minute zur Wirkung bringt. — Statt durch die oben erwähnten Erschütterungen, welche zwar das Garn lockern, das Strecken erleichtern und daher regelmässigeres Gespinnst erzeugen, andererseits aber das Wollgarn starr machen, sucht man neuerdings auch durch Selbstregulirung der Fäden ihre Gleichförmigkeit herzustellen. Diese Selbstregulirung beruht auf dem S. 577 erklärten Vorgang, dass bei der Drehung eines Faserbündels die Fasern sich umsomehr verkürzen und also auch umsomehr gespannt werden, je dicker das Bündel ist. Indem man nun diese Spannung auf gewisse Organe einwirken lässt, hält man die Drahtgebung auf, während das Ausziehen fortgesetzt wird.

Eine mit dieser Regulirung ausgestattete feststehende Streichgarnspinnmaschine führt die in Fig. 454 gezeichnete Skizze vor Augen. Man erkennt zunächst über dem Gestell die mit Vorgarn bewickelten Spulen E, von denen das Garn den zwei Streckwalzenpaaren D und C zugeht, um sodann mit Hilfe eines Ringspindels B Draht zu bekommen und dann als fertiges Garn auf die Spindel aufgewickelt zu werden. Zwischen D und C ist nun der Röhrchenapparat A und bei f der Fadenregulator angebracht, der durch die Spannung des Fadens in Betrieb gesetzt wird. Er besteht für jeden Faden aus einem kleinen Winkelhebel gmk, der um m drehbar und bei g mit einem verschiebbaren Gewicht versehen ist, welches das mit einer kleinen Rolle versehenen Ende k gegen den Faden wirken lässt, indem es denselben hebt. Ferner liegt über diesen Hebeln eine schmale mit rauhem Leder beschlagene Brücke f. Tritt nun während der Spinnoperation eine dickere Fadenstelle aus dem Walzenpaar D heraus, so verkürzt und spannt sich der Faden, wirkt dem Gewicht g entgegen und drängt den Hebel so weit zurück, bis er mit der Lederoberfläche f in Berührung kommt. Hier erfährt derselbe sodann einen Reibungswiderstand, der veranlasst, dass die von dem Röhrchen A ausgehende Drehung nur mässig über die Brücke f hinweg sich fortpflanzt, sich vielmehr auf das kurze Stück bis zur Brücke zusammendrängt. Die Folge davon ist, dass der von dem Zylinderpaar C ausgeübte Zug vorzugsweise auf die dickeren Stellen des oberen längeren Garnstückes DA wirkt und diese bis zur normalen Stärke streckt. Nachdem dies geschehen, verliert sich die übermässige Spannung, das Gewicht g hebt den Faden wieder von der Brücke und hält ihn so lange frei, bis abermals eine dickere Stelle vortritt und dasselbe Spiel wiederholt.

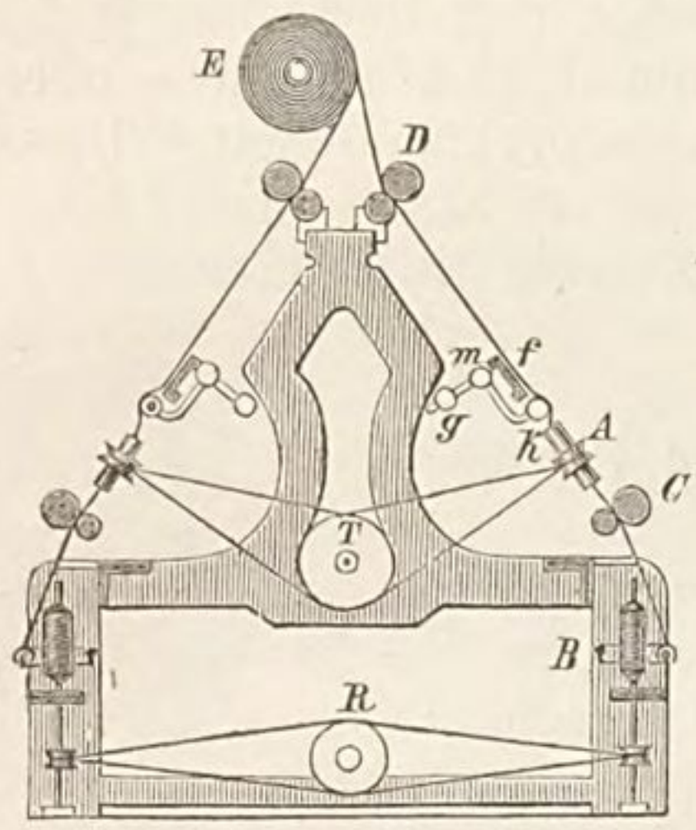


Fig. 454.

In manchen Fällen ist es möglich, die von der Vorkrempel kommenden Fäden ohne Streckung sofort durch Drehung in fertiges Garn zu verwandeln. Dann empfiehlt sich die in nachstehender Zeichnung, Fig. 455, angedeutete Anordnung [1]), bei der mit Uebergehung jeglichen Transportes die Feinspinnmaschine direkt an der Vorspinnkrempel angebracht ist. Von der Kammwalze a der in der Zeichnung

1) Zeitschr. für Wolleninteressenten, 1871. S. 24.

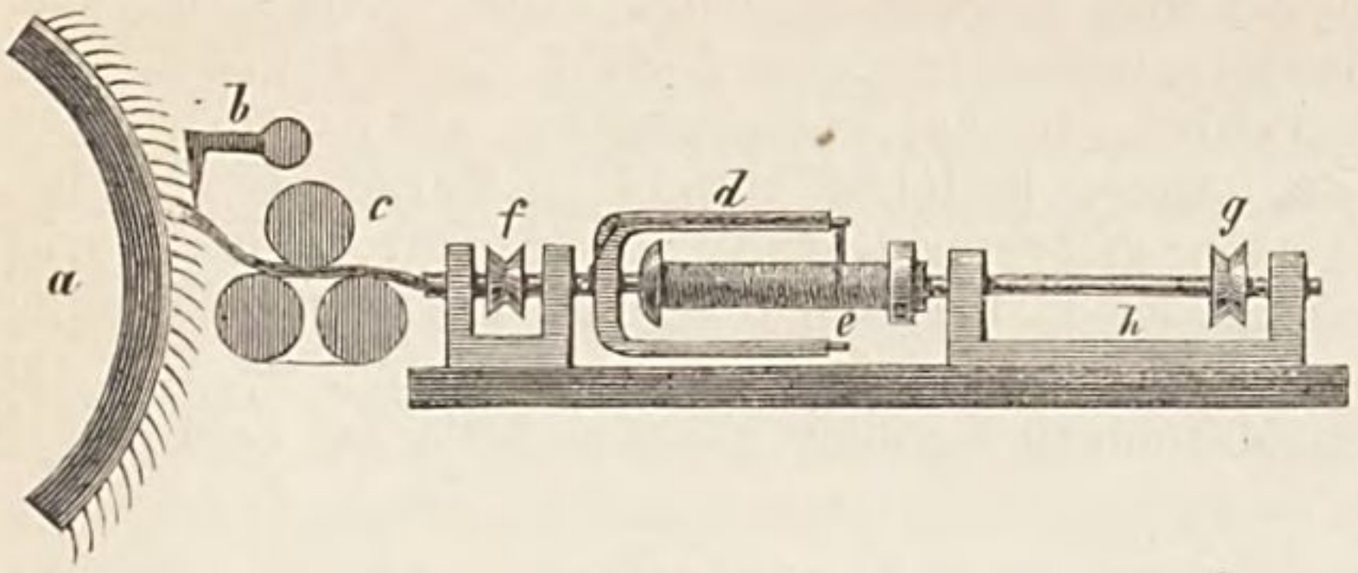


Fig. 455.

fortgelassenen Kratzmaschine nimmt der Hacker b das Fliess in Streifen ab, welche von dem Würgelzeug c verdichtet, den erweiterten, horizontal liegenden Spindeln d zur Drehung übergeben werden. Spindeln d und Spulen e erhalten selbständige, von einander unabhängige Drehung, erstere durch die Wirtel f, letztere durch die Wirtel g. Ferner sind die Spulen zum Zwecke der regelmässigen Aufwickelung langsam hin- und herzuschieben. Hierzu dient der Wagen h, welcher die Spulenachsen trägt und die entsprechende Bewegung bekommt. Die Verstellbarkeit des Spindelträgers f gestattet ausserdem eine Regulirung des Abstandes zwischen Würgelzeug und Spindeln. Da diese Maschine ein Vorgarn ohne eine andere Streckung, als die etwa durch relative Spulengeschwindigkeit hervorgerufene verspinnt, so ist erklärlich, dass dieselbe nur grobes Garn herzustellen vermag. Dann ist die Leistungsfähigkeit aber eine bedeutende, nämlich bei 14 Spindeln pro 10 Arbeitsstunden (mit Abrechnung der Zeit zum Auswechseln der Spulen) 50 kg. Garn Nr. 2. — Wegen der hohen Produktion hat diese feststehende Spinnmaschine namentlich zur Erzeugung von Teppichgarn, Deckengarn, Leistengarn und Garn aus langer Streichwolle, sowie Mischungen mit Lumpenwolle etc. vielfach Anwendung gefunden.

E. Nach- und Vollendungsarbeiten.

Da die Streichwolle fast ausschliesslich für die Herstellung gefilzter Gewebe fabrizirt wird, so beschränken sich die Nacharbeiten auf wenig Operationen: auf das Haspeln nebst Numeriren und Zwirnen.

1) Das Haspeln bezweckt hier eine gleichmässige Ueberführung des zu Kötzern oder auf Spulen gewickelten Garnes in Strähnen auf dieselbe Weise wie S. 607 erörtert ist, gewöhnlich mit Hilfe von Haspeln, die durch Dampf- oder Wassermaschinen vermittelst Transmissionen angetrieben werden. — Soll dabei zugleich zum Zwecke der Numerirung eine Längenabmessung stattfinden, so muss der Haspel einen bestimmten Umfang haben und die Aufwickelung mit grosser Sorgfalt geschehen, namentlich die bei diesem lockeren Gespinnst leicht eintretende Verlängerung vermieden werden. Der Sicherheit halber misst man hier wohl die Länge durch die Umdrehzahl rotirender Walzen, welche den Faden ohne Aufwickeln anziehen. — Die Numerirung ist noch in den verschiedenen Ländern sehr abwechselnd, wie folgende Angaben über einige übliche Systeme zeigen.

1) Deutschland. Nr. = Anzahl Strähne à 2150 Berliner Ellen auf $^1/_2$ kg. — Haspelumfang = 2,5 Ellen.
2) Oesterreich. Nr. = Anzahl Strähne à 1760 Wiener Ellen auf 1 Wiener Pfund. — Haspelumfang = 2 Ellen.
3) Frankreich. Nr. = Anzahl Strähne à 3600 Meter auf 0,5 kg. — Haspelumfang = 2 Meter.
4) England. Nr. = Anzahl Strähne à 560 Yards auf 1 Pfund englisch. — Haspelumfang = 1 Yard.

2) Das Zwirnen[1]) findet in der Streichgarnfabrikation (abgesehen von dem Surfiliren) vielfach, ausser der Herstellung starker Fäden (doppelt, dreifach, vierfach gezwirnte Garne), noch besonders zur Hervorbringung mancherlei Effekte Statt. Diese bestehen sowohl in Farbenabwechselung (durch Zwirnen verschieden gefärbter Garne) als in verschieden starker Zusammendrehung, welche selbst bei einem Faden oft in regelmässigen Zwischenräumen sich wiederholend vielfach wechseln kann. — Die zum Zwirnen gebräuchlichen Maschinen beruhen grösstentheils auf dem Prinzip der Watermaschinen.

F. Maschinen-Sortiment.

Als Anhaltspunkt für die Zusammenstellung der zur Streichgarnspinnerei erforderlichen Maschinen kann folgendes Beispiel dienen. 1 Schlagwolf; 1 Kletten- (oder Reisswolf); 1 Oelwolf; 6 Schrubbelmaschinen; 6 Pelzkrempeln; 6 Vorspinnkrempeln; 2 Zylinder-Feinspinnmaschinen mit zusammen 600 Spindeln; 2 Selfaktors à 450 Spindeln; 1 Water-Feinspinnmaschine zu stark gedrehtem Garn (Kette) mit 120 Spindeln. Die Krempeln haben sämmtlich 1,22 mm. Arbeitsbreite und Trommeln von 1,07 m. Durchmesser, die sich mit 90 Umgängen pro Minute drehen. Jede Vorspinnkrempel liefert in 10 Arbseitstunden 35 bis 38 kg. Vorgarn, wonach sich die Produktionsfähigkeit dieses Sortiments bemisst.

II. **Kammwoll-Spinnerei.**[2])

Das aus Kammwolle erzeugte Kammgarn (Fil de laine peignée, *Worsted*) hat der grössten Menge nach die Bestimmung, durch Weben, Wirken etc. zu Stoffen verarbeitet zu werden, welche sich durch Glätte und Mangel an Verfilzungsfähigkeit auszeichnen. Da diese Eigenschaften nur entstehen können, wenn aus den Stoffen möglichst wenig Haarenden und diese regelmässig vertheilt hervorstehen, wenn also sämmtliche Haare möglichst lang, ferner frei von Kräuselung, von gleicher Länge und im Garn parallel gelegen sind, so ist ersichtlich, worin die Bedingungen zur Erzeugung der Kammgarne liegen und, dass dieselben zum wesentlichsten Theil durch das Kämmen (Peignage, *Combing*), S. 550, erfüllt werden können.

Bei näherer Betrachtung der Kämmaschinen ergiebt sich aber, dass die zum Kämmen gelangende Wolle fast in allen Fällen der bequemeren Speisung halber schon in eine bestimmte Form (Band) gebracht worden ist, und dass demnach der eigentlichen Kämmerei eine diese Bandbildung erzielende Arbeit vorausgeht. — Die Gesammtkammgarnspinnerei zerfällt daher in:

1) die Reinigung und Auflockerung,
2) das Kämmen mit seinen Vorbereitungsarbeiten,
3) die Vorarbeiten zum Spinnen,
4) das Vorspinnen und Feinspinnen,
5) die Vollendungs- und Nacharbeiten.

A. Reinigung, Auflockerung und Oelung.

Die Reinigung und Auflockerung der sortirten Wolle erfolgt in derselben Weise wie bei der Streichwolle (S. 641), indem dieselbe zuerst

---

1) Grothe, Streichgarnspinnerei, S. 739. 2) Techn. Encyklop., Bd. 23. S. 533. — Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. 2. S. 1294. — Alcan, Traité du travail des laines peignées, Paris 1873. — C. H. Schmidt, Lehrbuch der Spinnereimechanik, Leipzig 1857. — Publ. ind., V. 14. S. 427 etc.; V. 15. S. 57 etc. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing., 1862. S. 205.

einen Schlagwolf, Reisswolf oder Klettenwolf passirt. — Ein hier oft für feinere Wollen verwendeter Schlagwolf ist nach dem System 3, S. 530, konstruirt und mit folgenden Geschwindigkeiten und Dimensionen ausgestattet. Breite des Speisetuchs 600 mm.; Einziehwalzen mit 65 mm. Durchmesser und 4,75 m. Geschwindigkeit pro Minute; die horizontale Trommel von 527 mm. Durchmesser und 2,025 m. Länge hat 6 Reihen à 18 = 108 um 80° 40′ gegen die Achse schräg gestellter Schläger von 455 mm. Länge, so dass ihre Spitzen einen Kreis von 982 mm. beschreiben. Ferner liegt der Einführung gegenüber eine Reihe von 18 eben solcher Stäbe als Gegenorgan befestigt in der Gehäusewand; und endlich unter der Trommel ein Sieb aus 6 mm. dickem Draht mit 10 mm. Zwischenräumen. Da die schräge Stellung der Stäbe die Wolle wie in einem konischen Willow dem Ende zuführt, so tritt sie in der Achsenrichtung aus. Die Trommel dreht sich mit 200 Touren pro Minute, woraus für die Schlagstäbe eine Geschwindigkeit von 10,28 m. in der Sekunde entsteht. Nach Hartig's Untersuchungen werden bei einer Auflage von 0,51 kg. pro □m. Tuchfläche stündlich 300 kg. Wolle aufgelockert, mit einem Arbeitsaufwand von 0,536 Pferdestärke für den Leergang und von 2,660 Pferdestärken für den Arbeitsgang. — Ausser den oben beschriebenen Reiss- und Klettenwölfen ist neuerdings ein Reisswolf in Aufnahme gekommen, der als Uebergang des Reisswolfs zur Kratze angesehen werden kann, da derselbe dem Wesen nach aus einer Trommel von 1100 mm. im Durchmesser besteht, die mit groben, 48 mm. langen, an der Basis 12 mm. dicken, 588 auf 1 □m. Trommelfläche kommenden Zähnen besetzt und von entsprechenden Igelwalzen umgeben ist (*Tender hook willow*).[1])

Nach dem Wolfen wird die Wäsche in einem Leviathan, S. 523, vorgenommen, welcher zweckmässig mit einer Trockentrommel als Fortsetzung ausgestattet ist, die aus einem groben Drahtsieb mit 8 mm. Maschenweite, 1,63 m. Durchmesser und 3,54 m. Länge besteht und sich auf Rollen mit 323 Touren pro Minute um eine Achse dreht, welche sich um 50° 10′ nach vorn neigt. In der Trommel sitzen ferner schräge, hölzerne Stifte, welche die durch ein Zuführtuch von den Presswalzen der Waschmaschine eingeführte Wolle mit in die Höhe nehmen und vom Scheitel herunterfallen lassen, wodurch sie sich lockert und an die durchziehende erwärmte Luft das Wasser leicht abgiebt. Am Ende der Trommel wird die Wolle von einem Abführtuch aufgefangen und weggeführt.

Es mag bereits an dieser Stelle angegeben werden, dass auch die Kammwolle zur Erleichterung der Verarbeitung in der Regel geölt wird. Die Oelung ist aber bedeutend schwächer, als die bei der Streichwolle übliche, da bei der Kammwolle nur etwa 5 bis 6 Theile Oel auf 100 Th. Wolle genommen werden. Um diese geringen Mengen gehörig über die Wolle zu verbreiten, ist es zweckmässig, das Oel auf die obere Walze eines Walzenpaares tröpfeln und dann die Wolle unter Pressung durchpassiren zu lassen. Zur Regulirung der Oelmenge ist das S. 643 erwähnte Schöpfwerk vielfach in Anwendung und zur Vereinfachung des Prozesses der Oelapparat wieder mit der oben beschriebenen Trockentrommel verbunden,[2]) so dass die Wolle in einem Gange eingeweicht, gewaschen, getrocknet und geölt wird.

B. Das Kämmen mit seinen Vorbereitungsarbeiten.

In vielen Fällen wird das Kämmen noch mit der Hand und Wollkämmen, Fig. 456, auf die S. 552 ausführlich erörterte Weise nach deutscher

1) Civil-Ing., 1877. S. 8. 2) Civil-Ing., 1877. S. 14.

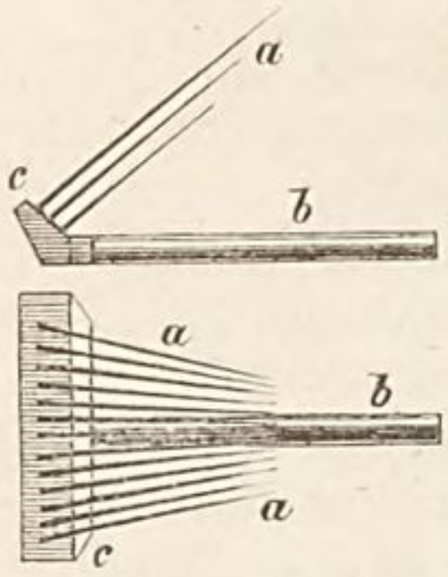


Fig. 456.

oder englischer Methode vollzogen. Da es hierbei ausser der Abscheidung der Kämmlinge noch wesenlich auf das Geradeziehen und Parallellegen der Fasern ankommt, das Haar aber, namentlich wenn es etwas gefettet ist durch Anwärmung einen hohen Grad von Geschmeidigkeit annimmt, so findet das Handkämmen in erwärmtem Zustande Statt, indem die Kämme vor dem Gebrauch in einem sog. Kammofen (Kammtopf, Kammpot, Pot à peigne, *Comb-pot*) erhitzt werden. Dieser Ofen besteht aus einem sechs- oder achtseitigen Prisma, das im Innern einen Feuerraum enthält, in welchem ein Kohlenfeuer unterhalten wird, das eine den Ofen bedeckende gusseiserne Platte so erhitzt, dass die auf diese Platte gelegten Kammzähne blau anlaufen. Zur Abhaltung der die Arbeiter belästigenden, strahlenden Wärme liegt in geringerer Entfernung über der Erwärmungsplatte noch ein eiserner Deckel, der mit der ersteren 6 mit 8 seitwärts zugängiger Zellen zur Aufnahme ebenso vieler Kämme bildet.

In ausgedehntestem Masse finden jedoch die S. 553 besprochenen Kämmaschinen in der Wollkämmerei Anwendung, namentlich für die feineren, kürzeren Wollen, die sich mit der Hand nicht vortheilhaft kämmen lassen. Indem bezüglich dieser Maschinen und ihrer Wirkungsweise auf das Kapitel Kämmen verwiesen werden muss, soll hier nur Einiges über die Vorbereitung der Wolle zum Kämmen, d. h. die Verwandlung der Fasern in ein Band und das Maschinenkämmen selbst, angeführt werden. — Im Allgemeinen geschieht die Bandbildung auf dieselbe Weise wie bei der Baumwolle, also durch Kratzen und Zusammenziehen des Fliesses durch einen Trichter auf Kratzmaschinen, welche grosse Aehnlichkeit mit den Streichgarnkrempeln haben, indem sie einen sehr groben (aber nicht gefüllten) Beschlag und als Gegenorgane nur Walzenkratzen besitzen, welche jedoch zur Schonung der Fasern so angelegt sind, dass zwischen Haupttrommel, Arbeitern und Wendern ein grösserer, etwa 2 mm. betragender Abstand bleibt. Gewöhnlich wird aber auch noch die durch das Kratzen gebotene Gelegenheit zur Reinigung der Wolle ausgiebig benutzt und zu dem Zwecke unmittelbar hinter den Stachelwalzen, welche statt der Riffelwalzen das Material von dem Zuführtuch abnehmen, ein Reinigungssystem angebracht, dessen Einrichtung dem Klettenwolf entlehnt ist, und aus einer sich drehenden Sägeklettenwalze, S. 534, mit Messerwalze oder Linealen zum Abschlagen der mitgenommenen harten Kletten etc. besteht.[1]) — Die Abnahme des Fliesses erfolgt durch eine Kammwalze mit Läufer, S. 645, und Kamm, sowie durch einen Trichter in Kannen oder gewöhnlich auf Spulen aufgewickelt, welche sich zum Zwecke des Aufwickelns drehen und so schnell hin- und herbewegen, dass sich die Bänder kreuzend aufeinanderlegen, wie Fig. 405, S. 561 erkennen lässt. — Für die Geschwindigkeiten und Abmessungen etc. mag ein Beispiel genügen, das sich auf eine Krempel von vorzüglicher Wirkung bezieht, welche aus zwei Stachelspeisewalzen, 1 Klettenwalze mit fester Abstreichschiene, 1 Vorwalze mit zwei Arbeiter-Wenderpaaren, 1 Uebertragungswalze zwischen Vortrommel und Haupttrommel, um diese 5 Arbeiter-Wenderpaaren, 1 Läufer und 1 Kammtrommel mit Hacker, Trichter und Aufwickelspule besteht, und eine Arbeitsbreite = 1,02 m. hat.

---

1) Civil-Ing., 1877. S. 133.

	Durchmesser in mm.	Umfangsgeschwindigkeit pro Sek. in mm.
Speisewalzen	88	4,35
Klettenwalze	202	407,0
Vorwalze	525	1234,0
Arbeiter derselben	182	82,0
Wender «	95	1890,0
Uebertragungswalze	203	2147,0
Grosse Trommel	1040	5445,0
Arbeiter derselben	182	82,0
Wender «	95	1890,0
Läufer	319	9253,0
Kammwalze	510	213,6
Abzugswalzen	94	174

Es ergiebt sich hier zunächst der Gesammtverzug = 174 : 4,35 = 40,0. Bei einer Erzeugung von 4,65 kg. Band pro Stunde bedarf diese Maschine für den Leergang 0,736 und den Arbeitsgang 0,822 Pferdestärke.

Mitunter wird auch wohl zum Zwecke der Vorbereitung erst auf einer Fliessmaschine (Nappeuse) ein Fell gebildet und dieses auf einer Stapelzugmaschine (Démêloir) oder einer Oeffnungsmaschine (Débrutisseuse) gestreckt und in ein Band verwandelt, welches durch Igelstrecken gestreckt, duplirt und auf Spulen gewickelt in einem Kasten der Einwirkung von Wasserdampf ausgesetzt, wodurch die langgestreckte Lage des Wollhaares erhalten bleibt. Die Umständlichkeit dieser Vorbereitung ist der Hauptgrund, wesshalb dieselbe [1]) immer mehr durch die oben beschriebene Krempel verdrängt wird. Nur wird noch oft vor dem Kämmen mit dem Bande auf der Igelstrecke ein Streckungs- und Duplirungsprozess vorgenommen, um dasselbe der Kämmmaschine in möglichst regelmässiger Beschaffenheit zuzubringen.

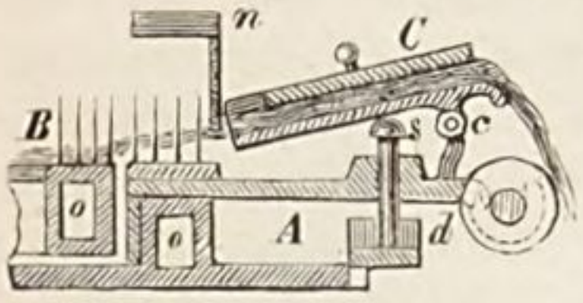


Fig. 457.

Das Kämmen selbst findet auch auf den Maschinen oft mit Erwärmung Statt. Zu dem Zwecke werden die Kämme, namentlich die Ringkämme auf eine Unterlage gelegt, welche, wie das ausser den Fig. 399 und 400 die nebenstehende Skizze, Fig. 457, einer mit 2 Ringkämmen A und B ausgestatteten Kämmmaschine zeigt, mit rund herumlaufenden Höhlungen oo versehen sind, die mit Dampfleitung in Verbindung stehen.

C. Die Vorarbeiten zum Spinnen.

Die von den Handkämmern oder Kämmaschinen gelieferten Kammzüge sind trotz der Vorarbeit durch Strecken und Dupliren noch von solcher unregelmässigen Beschaffenheit, dass ein direktes Verspinnen derselben nicht zulässig ist, sondern dass sie vielmehr noch einer weiteren Vorbereitung durch Strecken und Dupliren bedürfen. [2]) — In den Fällen ferner, wo eine Erwärmung der Kämme nicht stattfindet oder umgangen werden soll, und wo also die Entkräuselung nur in mässigem Grade hat eintreten können, ist es gerathen, vor dem Verspinnen noch einen Entkräuselungsprozess eintreten zu lassen, um dadurch den Parallelismus zu sichern. — Endlich entfernt man noch gewöhnlich vor dem Spinnen das nach Aufhebung der Kräuselung nicht mehr erforderliche, auf der Faser-

1) Techn. Encyklop., Bd. 23. S. 587. 2) Prakt. Masch.-Constr. 1871. S. 119.

oberfläche vorhandene Oel durch Waschen. — Aus diesen Gründen wird das aus Kammzügen gebildete Band vor dem Spinnen noch verschiedenen Operationen unterworfen, welche mit zum Theil sehr abweichenden Mitteln und Apparaten ausgeführt werden.

Da die gekämmte Wolle zu den langfaserigen Spinnstoffen gehört, so muss auch die zum Strecken und Dupliren bestimmte Maschine (Etirage, *Drawing head*) nach den hierfür S. 565 angegebenen Regeln konstruirt und den Flachsstreckmaschinen nahe verwandt sein. Sie besteht daher dem Wesen nach aus zwei Streckwalzenpaaren mit grossem Zwischenraum, 80 bis 250 mm., und dazwischen liegenden Unterstützungs-, Führungs- und Streichwalzen. Diese Zwischentheile sind ziemlich von einander abweichend angeordnet und bilden deshalb und durch verschiedene Kombinationen mehrere auch besonders benannte Streckmaschinen.

1) Als Ausgangspunkt kann man die in Fig. 458 angedeutete Maschine wählen, welche aus den verstellbaren Streckwalzen A und B, der Igelwalze E, einem Trichter und dem Abzugswalzenpaar bei C zusammengestellt ist, aus einer Kanne D mit den über einen Führungsstab a laufenden Bändern gespeist wird und das gestreckte und duplirte Band wieder in einen Topf abliefert [Igelstrecke, Topfstrecke[1]), Etirage à peigne circulaire].

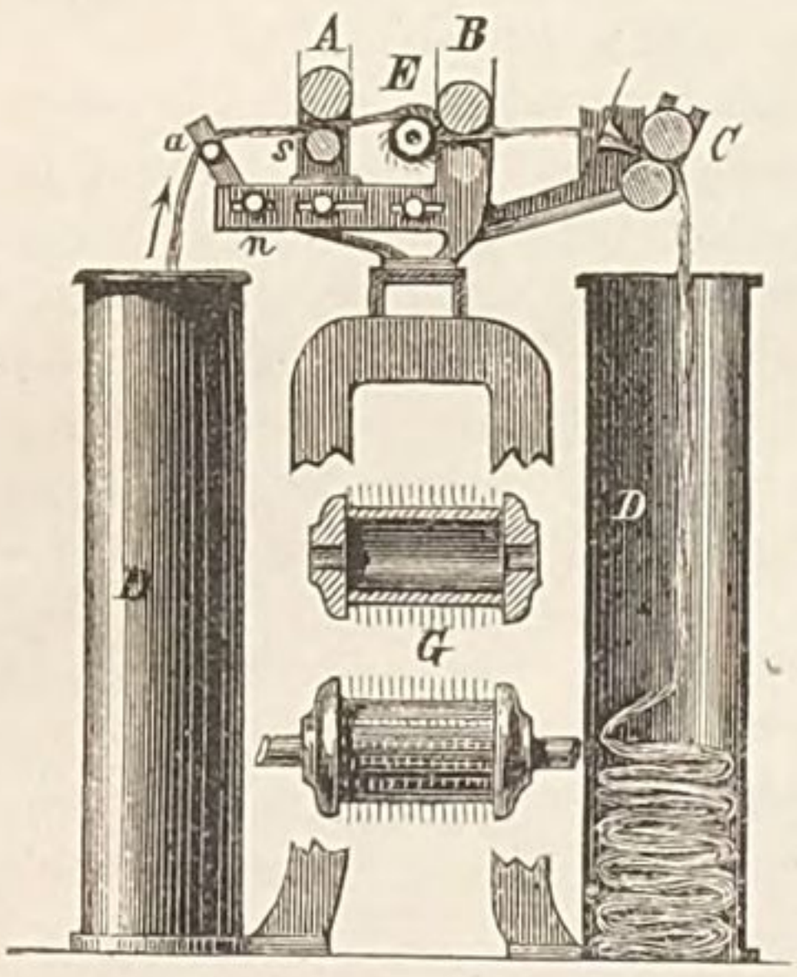


Fig. 458.

2) Mitunter wird eine Strecke dieser Konstruktion mit der Abweichung angewendet, dass zwischen A und E noch ein Paar glatte Führungs-Walzen und statt der Auffangkanne lange Spulen angebracht sind.

3) Die Maschine 2 muss ferner für die Speisung mit Bändern geschickt gemacht werden, weil sie oft noch wiederholt zur Anwendung kommt.

4) Statt der Nadelwalze besitzen diese Strecken auch Nadelstäbe (Peignes à barrettes, *Gills*), welche entweder durch Schrauben bewegt werden, oder als Kette ohne Ende und oft auch so angeordnet sind, dass die Stäbe sowohl von oben als von unten eintreten (Nadelstabstrecke, Etirage avec peignes à barettes, *Gill-box*, *Drawing head*). Sie eignen sich vorzugsweise zur Bearbeitung langer, glatter Wollen, während die anderen mehr für kürzere Sorten bestimmt sind.

5) Sehr oft sind diese Strecken mit Drehapparaten ausgestattet, sowohl zur Hervorbringung einer bleibenden, als auch einer vorübergehenden Drehung (mit erweiterten Spindeln, mit Würgelzeug oder mit Röhrchen). Dann gehören sie schon den Vorspinnmaschinen an.

Die Methode der Entkräuselung beruht auf dem bei der Handkämmerei durchgeführten Prinzip und besteht darin, dass man die Wolle längere Zeit zwischen erwärmten Organen in gestrecktem Zustande zu bleiben zwingt. Man nennt diese Arbeit das Plätten (Lisser) und verrichtet sie, indem man das Wollband im Zickzack um eine grössere Anzahl (13 bis 17) geheizter, sich drehender Walzen laufen lässt. Die Heizung dieser Walzen geschieht hierbei entweder mit Dampf (für weniger entkräuselte) oder durch unter denselben liegende, von Feuer oder Gas er-

1) Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 183.

wärmte Platten, welche die Anwendung höherer Wärme gestatten (für vollkommen entkräuselte Wolle).

Zum Zwecke des Entölens (Dégraissage) werden die Bänder hintereinander durch zwei Behälter geführt, welche warmes Seifenwasser enthalten, eine Länge von etwa 0,6 m. haben und zum Warmhalten des Waschwassers ein Dampfröhrensystem besitzen.

Da die gewaschenen und durch, an den Waschtrögen angebrachte Presswalzen ausgepressten Bänder noch getrocknet werden müssen, so benutzt man hierzu das Plätten, indem man dasselbe direkt auf das Waschen folgen lässt. Ausser den hierdurch erzielten Vortheilen, welche in der Vermeidung besonderer Trockenapparate und Transportvorrichtungen liegen, erreicht man ein sicheres Resultat, weil die feuchte Wolle sich leichter plätten lässt. Dieser kombinirte Wasch- und Plättapparat heisst kurzweg Plättmaschine[1]) (Lisseuse); er wird sehr oft noch mit einer Schraubenstrecke und drehendem Trichter verbunden, um weiteren Transport zu ersparen.

D. Spinnen.

Das Verspinnen der Streckbänder zu fertigem Garn erfolgt stufenweise, so dass dem Feinspinnen das Vorspinnen vorausgeht, das zum Theil schon auf den Streckwerken 5, S. 658 beginnt.

Die Erzeugung des Vorgarnes findet entweder mit Hilfe einer vorübergehenden oder einer bleibenden Drehung nebst Streckung Statt und zwar im ersten Falle fast immer mit Anwendung des Würgelzeuges, seltener mit Röhrchen oder mit drehenden Trichtern, im zweiten Falle mit Spindeln auf der Spindelbank.

Das Würgelzeug oder Rollzeug (Frottoir, Roulage) ist nach den S. 648 entwickelten Grundsätzen aus zwei Lederhosen (Frotteur à double manchon), mitunter aus einer Hose mit einer Walze, Fig. 459 A und B gebildet und gewöhnlich mit Igelstrecken, seltener mit Nadelstabstrecken verbunden. Die so entstehende Vorspinnmaschine besitzt ferner zur Aufnahme des Vorgarns Spulen (Bobin) mit horizontalen oder vertikalen Achsen und Antrieb mittelst Reibung und führt den Namen Spulmaschine, Bobinoir, Bobinier, Boudinoir, Frottirstrecke (Bobinoir).

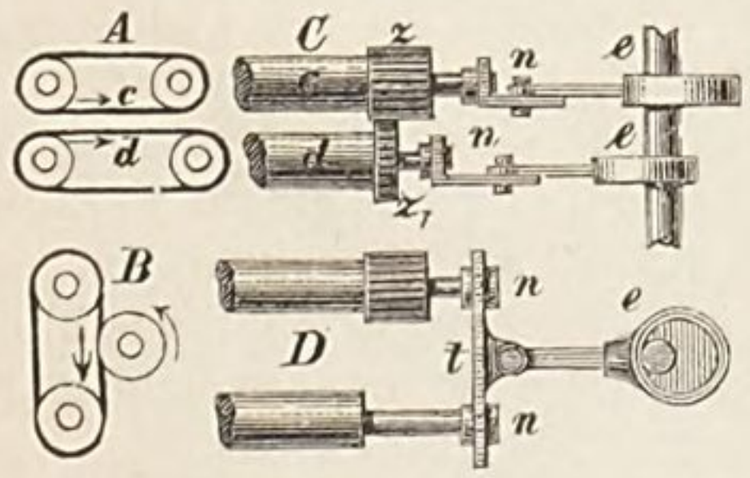


Fig. 459.

Zum Vorspinnen mit bleibender Drehung dient die Spindelbank (Banc à broches) in der bei der Flachsspinnerei gebräuchlichen Anordnung. Gewöhnlich werden 3 solche Flyer, Grob-, Mittel-, Feinflyer angewendet, welche sich wesentlich durch das Streckwerk und die Grösse der Spindeln unterscheiden, indem der Grobflyer mit einer Igel- oder Nadelstabstrecke, die anderen (*Roving frame, Roving head*), aber weil sie bereits gedrehtes Vorgarn aufnehmen, mit zwei Streckwalzen- und zwei bis drei glatten Unterstützungswalzen-Paaren zwischen den Streckwalzen, etwa wie Fig. 407, S. 565 zeigt, ausgestattet sind.

Da die Kammwolle nach der Entkräuselung aus glatt gestrichenen Fasern besteht, welche im Vorgarn vollständig parallel liegen, so kann die Verwandlung des letzteren in fertiges Garn eben so gut auf Water-

1) Publ. ind., V. XII. S. 20; V. 18. Taf. 8. — Polyt. Centr., 1855. S. 1125. — Dingler's Journ., Bd. 138. S. 172.

maschinen als Mulemaschinen erfolgen. Deshalb stehen beide Maschinensysteme zum Zwecke des Feinspinnens in Gebrauch und unterscheiden sich von den für die Baumwollspinnerei angewendeten nur durch das Streckwerk, welches in beiden Fällen nach dem long ratch System mit 80 bis 250 mm. Walzenabstand, S. 565, konstruirt werden müssen. Auf Watermaschinen verspinnt man in der Regel die stark gedrehten Garne und namentlich Kettengarne; ausserdem jedoch immer die Garne aus sehr langer, schlichter Wolle, weil diese sich nicht auf Mulemaschinen mit Vortheil verspinnen lässt. — Die Mulemaschine wird dahingegen besonders zum Spinnen schwach gedrehter Garne aus kürzerer Wolle benutzt.

Der Verzug auf den Feinspinnmaschinen muss zwischen dem 8 bis 20 fachen verändert werden können. Die Waterspindeln drehen sich mit 2000 bis 3500, die Mulespindeln mit 3800 bis 4500 Touren pro Minute.

Die vorstehend beschriebenen, zum Vorarbeiten und zum Spinnen bestimmten Maschinen, werden in mannigfacher Zusammensetzung und wechselnder Reihenfolge zur Anwendung gebracht, namentlich auch in Rücksicht auf die Länge der Wolle. Es haben sich aus diesem Grunde verschiedene Systeme ausgebildet, welche nach den Ländern, in welchen sie hauptsächlich eingebürgert sind, den Namen: deutsches, englisches, französisches System tragen.

a. Deutsches System. — 1) Die Vorarbeit beginnt mit dem Auflegen der zusammengelegten Handkammzüge oder der Maschinenkammzüge auf die erste Nadelwalzenstrecke (Fig. 458, S. 658), welche in der Regel auf 3 Köpfen je auf das 3 bis 4 fache streckt und duplirt. — 2) Dann folgt die Plättmaschine mit Plättwalzen von 110 mm. Durchmesser, wovon die erste 16, die letzte 24 Umdrehungen pro Minute macht, so dass auch hier zum Zwecke des Glattstreichens ein Verzug stattfindet. — 3) Das gewaschene Band wird darauf durch die zweite Strecke verzogen, welche der ersten gleich gebaut, mit einer feiner beschlagenen Nadelwalze und den Geschwindigkeiten der ersten Strecke versehen ist. — 4) Darauf tritt das Band nochmals in eine dritte Strecke, welche der zweiten in Anordnung und Geschwindigkeitsverhältnissen gleicht. — An diese schliessen sich sodann die Vorspinnmaschinen. — 5) Der Grobflyer mit einem Verzug von 1 : 3 bis 6 und 2 bis 3 facher Duplirung auf 3 Paar Streckwalzen. — 6) Der Mittelflyer und 7) der Feinflyer mit gleichen Streckungs- und Verzugsverhältnissen. — 8) Die Feinspinnmaschine endlich, welche zur Vollendung dient, ist entweder eine Water- oder eine Mule-Maschine.

Spinnplan. Es werde angenommen, dass 25 m. Kammzug 500 gr. wiegen. Auf der ersten Strecke werde in 3 Köpfen 4 mal duplirt und gestreckt, dann hat sich das aus $4^3 = 64$ Kammbändern bestehende Streckband an Gewicht nicht verändert. — Auf der Plättmaschine findet aber eine Streckung von $\frac{24}{18} = 1{,}5$ Statt, so dass nunmehr 37,5 m. auf 500 gr. gehen. Jeder der drei Köpfe der zweiten Strecke soll aufs 5 fache strecken, die zwei ersten 4 fach, der dritte 5 fach dupliren, dann ist die Länge auf 500 gr. $\frac{5 \,.\, 5 \,.\, 5}{4 \,.\, 4 \,.\, 5} \,.\, 37{,}5 = 58$ m. Die dritte 2 köpfige Strecke strecke mit jedem Kopf 5 fach und duplire 4 fach: Bandlänge auf 500 gr. $= \frac{5 \,.\, 5}{4 \,.\, 4} \,.\, 58 = 91$ m. Der Vorflyer duplire 2 fach und strecke 5 fach; der Mittelflyer duplire 2 fach und strecke 6 fach; der Feinflyer duplire 2 fach und strecke 6 fach. Daher kommt vom Feinflyer ein Vorgarn von einer Länge $\frac{5 \,.\, 6 \,.\, 8}{2 \,.\, 2 \,.\, 2} 91 = 2730$ m.

auf 500 gr. Bei einer Schnellerlänge von 760 m. entspricht also dieses Vorgarn der Feinheitsnummer $\frac{2730}{760} = 3{,}72$ und kann z. B. durch 13fache Streckung auf der Feinspinnmaschine in Garn von Nr. 48 verwandelt werden.

b. Englisches System. — Das englische System ist namentlich zum Verspinnen langer, schlichter Wolle sehr geeignet und charakterisirt durch den Mangel einer Wasch- und Plättmaschine und die Anwendung einer Reihe von Strecken, welche durchgehends mit erweiterten Spindeln und Spulen ausgestattet sind, also das Strecken und Dupliren unter gleichzeitiger schwacher Drehung (0,3 auf 25 mm.) vollziehen. — Nur beim Verspinnen feinerer Wollen kommen Topfstrecken, den genannten Streckmaschinen voran, in Anwendung.

Für lange, glatte Wolle werden folgende Maschinen nacheinander gebraucht. 1) Eine *Sliver-box*, *Breaking frame* (Anlege- oder Anstückelmaschine), welche grosse Aehnlichkeit mit der Topfstrecke hat, d. h. aus einer Igelstrecke oder Schraubenstrecke mit Anlegetisch zur Aufnahme der Kammzüge besteht, zum Zweck der *Sliver-* (Lunte-) Bildung aber mit einer groben Spindel und zum Aufwickeln mit einer 450 mm. langen, auf- und niedersteigenden Spule versehen ist. Auf dieser Maschine findet gewöhnlich eine fünffache Streckung ohne Duplirung Statt. — 2) Eine *Drawing-head* (Streckmaschine), welche sich von der *Sliver-box* nur durch kleinere Spindeln, durch Führungswalzen statt der Igelwalze oder Kammstäbe und kleinere (300 mm. hohe) Spulen unterscheidet. Diese Maschine hat in der Regel 3 Köpfe, auf deren jedem 5 bis 7fach gestreckt und duplirt wird, weil es selten in der Absicht liegt, hier schon die Lunte zu verfeinern. — 3) Eine *Finishing-box* (Fertigstuhl), welche der genannten Streckmaschine bis auf noch kleinere (250 mm. hohe) Spulen gleicht. Das Streckungsverhältniss bleibt hier innerhalb der Grenzen 1 : 4 bis 1 : 6, so dass, bei gewöhnlich nur 3facher Duplirung, ein bedeutender Verzug auf den vier Köpfen eintritt. — 4) Eine *Roving-head* (Vorspinnmaschine), die sich von dem Fertigstuhl ebenfalls wieder durch kleinere (200 bis 220 mm. hohe) Spulen unterscheidet. Die Zahl der Köpfe ist grösser, das Streckungsverhältniss aber dasselbe wie bei dem Fertigstuhl. — 5) Die *Water-frame* (Watermaschine), welche das Gespinnst vollendet und ganz mit den oben beschriebenen übereinstimmt, bildet den Schluss eines Maschinensatzes (*Set*) für die Spinnerei langer Kammwolle. Im Satze selbst kommen auf 1 Spindel der *Sliver-box:* 6 Spindeln von drei *Drawing heads* à 2 Spindeln; 4 Spindeln einer *Finishing-box*; 12 Spindeln zweier *Roving-frames* à 3 Spindeln und 672 Spindeln von 7 *Water-frames* à 96 Spindeln.

Als Satz zum Verspinnen der Kammwolle zu feinen Garnen wird angegeben:

1) *First sliver head* zum Anlegen der Kammzüge, welche als Band ohne Drehung in eine Kanne fallen. — 2) *Second sliver head* zum Strecken und Dupliren dieses Bandes, ebenfalls noch ohne Drehung. — 3) *Third sliver head* zum Strecken und Dupliren mit bleibender Drehung und Aufwickeln auf 220 mm. hohe Spulen. — 4) *Drawing-head* zu demselben Zweck mit gleichen Spindeln. — 5) *Slubbing-head*, welche mit der vorigen übereinstimmt (Spulenhöhe 150 mm.) — 6) *Finishing-head* mit 150 mm. Spulenschub. — 7) *Roving-head* wie oben beschrieben mit 95 mm. Spulenhöhe. — 8) *Second roving-head* (*Dandy-roving*) mit 75 Spulenschub. — 9) *Water-frame.*

Ein Spinnplan lässt sich mit Hilfe der angegebenen Daten nach dem obigen Beispiel (v. S.) leicht aufstellen.

c. Französisches System. — Der Charakter dieses Systems liegt in der Anwendung der Plättmaschine und einer Reihe Igelstrecken, in der Bandbildung durch Frottiren, dem Vorspinnen auf der Spulmaschine, S. 659, und dem Feinspinnen auf Water- und Mule-Maschinen und zeichnet sich durch eine grosse Zahl (7 bis 12) Passagen aus, weshalb dies System auch namentlich zum Verspinnen kurzer Kammwollen zu feinen Garnen geeignet ist. — Zur Erläuterung dieses Systems mag Folgendes dienen.

1) Die Arbeit beginnt mit dem Zusammenlegen der Kammzüge auf der Réunisseuse (Duplir- oder Anlegemaschine), welche 2 bis 8 Bänder durch Trichter vereinigt, nachdem sie vorher einzeln auf das 4 bis 6 fache gestreckt, durch Würgeln verdichtet und auf Spulen aufwickelt. Die Maschine besteht daher aus einer Igelstrecke mit Tuch ohne Ende als Speiseapparat und Spulen zum Aufwickeln. — 2) Der Défeutreur (Entfilzer[1]), welcher der Igelstrecke gleicht, nimmt mehrere solche Bänder auf, streckt und duplirt sie und wickelt sie auf eine Spule (Cannelle) auf. — Zur Förderung dieser Arbeit kommt der Entfilzer oft doppelt in einer Maschine vor: Défeutreur double, D. à deux étirages[2]). — 3) Sodann folgt die erste Strecke «Etirage», in welcher mehrere zusammengelegte Bänder gleichzeitig gestreckt, also auch duplirt werden. Diese Maschine unterscheidet sich von dem Entfilzer nur durch feinere Kammzähne und geringere Dimensionen. Der Verzug beträgt das 2 bis 6 fache. — 4) Die nun zur Arbeit gelangende Maschine ist der Bobinoir, welcher etwa 3 fach streckt und 5 fach duplirt und je nach der Feinheit der zu erzeugenden Garne hinter einander 7 bis 10 mal mit immer feineren Beschlägen der Kammwalze zur Verwendung kommt, zuerst als Bobinoir réunisseur, zuletzt als Bobinoir finisseur, der zugleich die Vorspinnmaschine vertritt. — Zwischen diese Maschine wird die Lisseuse eingeschaltet, indem sie entweder allen andern vorangeht, also die Kammzüge wäscht und glättet, oder auf die Strecke oder auf einen Bobinoir folgt und das Streckband wäscht und plättet. — 6) Endlich folgt für grobe Gespinnste die Watermaschine und für feine Gespinnste die Mulemaschine.

In manchen französischen Spinnereien werden noch andere, besondere Maschinen[3]) angewendet, welche den Prozess nur wesentlich verwickelter machen und daher mehr und mehr für überflüssig erachtet werden.

E. Nach- und Vollendungsarbeiten.

1) **Haspeln, Numeriren und Sortiren.** Das auf Mulemaschinen gesponnene Kammgarn ist seiner Kötzergestalt wegen ohne weiteres für die Webereien verwendbar, da die mit papiernen Kötzerhülsen versteiften Kötzer direkt in die Weberschützen oder zum Abspulen gelangen können. — Die Water-Kammgarne dagegen werden gehaspelt und dabei zugleich numerirt, wie die Baumwollgarne, S. 627. Neben der immer mehr sich verbreitenden metrischen Numerirung, S. 516, wird auch hier jedoch oft noch nach demselben System wie bei der Baumwolle gehaspelt und numerirt; nur in England wird gewöhnlich ein sog. kurzer Haspel (*Short reel*) mit 1 Yard Umfang, mitunter auch auf besonderes Verlangen ein mittlerer Haspel (*Middle reel*) mit 1,5 Yards, oder ein langer Haspel (*Long reel*) mit 2 Yards Umfang verwendet, ohne dass hierbei die Gesammtlänge eines Strähnes sich ändert, welche nach der englischen kurzen Haspelung mit 560 Fäden = 1 Strähn, also 560. 1 Yard = 560 Yards beträgt, gegen-

---

1) Publ. ind., V. XIV. S. 434. 2) Publ. ind., V. XIV. S. 441 u. 442. 3) Karmarsch-Hartig, Techn. Bd. II. S. 1310.

über der anderen in Deutschland, Oesterreich und zum Theil in Frankreich üblichen Strähnlänge von 840 Yards = 768 Meter auf 1 Strähn, welche übrigens gleich ist der $1^1/_2$ englischen.

Nach dem metrischen System bestimmt die Nummer die Zahl der 1000 m. langen Strähne auf 1 kg.

Ausser der Sortirung der Kammgarne, a. nach der Feinheit (Nummer) findet noch eine solche Statt b. nach der Bestimmung zu 1) Kettengarn (*Warp*), 2) Schussgarn (*Weft*), 3) bestimmten Stoffen: Damastgarn, Lastinggarn, Orleansgarn, (Woll-)Muselingarn etc.; c. ferner nach dem Draht 1) hartes aus längerer Wolle erzeugtes, stark gedrehtes, 2) weiches aus kürzerer Wolle hergestelltes, schwach gedrehtes; d. nach der Beschaffenheit des Materials:

1) Merinogarn aus feiner, kurzer Wolle und 2) Lüstergarn aus glänzender, grober, langer Wolle. — Hierauf bezieht sich auch die in Deutschland sehr gebräuchliche Gütebezeichnung

$^3/_A$ oder AAA. Elekta-Wolle; Kette Nr. 40 bis 60, Schuss Nr. 40 bis 100 umfassend;
$^2/_A$ oder AA. Aus feiner Merinowolle; Kette Nr. 12 bis 40, Schuss Nr. 12 bis 50 umfassend;
A. Aus dritter Sorte Merinowolle; Kette Nr. 12 bis 36, Schuss Nr. 12 bis 40 umfassend;
B. « veredelter Landwolle; Kette Nr. 12 bis 30, Schuss Nr. 12 bis 40 umfassend;
C. « feiner Landwolle; Kette und Schuss Nr. 12 bis 30 umfassend;
D. « mittlerer Landwolle } für noch gröbere Nummern.
E. « ordinärer « }

e. nach dem Zustande der Reinheit, indem man ungewaschenes (*in oil*) und gewaschenes (Maigre, *Scoured*) unterscheidet.

2) **Zwirnen.** Für manche Gebrauchszwecke (zum Stricken, Sticken etc.) wird das Kammgarn auch auf Zwirnmaschinen, S. 610, gezwirnt (2, 3, 4 bis 10 fädig duplirt, *two, three etc. fold; two, three etc. threads*).

3) **Sengen, Scheren.** Zur Entfernung der feinen Oberflächen-Härchen bedient man sich mitunter des Sengens in der S. 611 angegebenen Weise. Der Vorschlag, die Beseitigung dieser Haarspitzen durch Abscheren vermittelst rotirender Messer zu bewerkstelligen, scheint nicht in Aufnahme gekommen zu sein.

III. **Halb-Kammwoll-Spinnerei.**

Die Fabrikation der Garne aus den Abfällen (Kämmlingen) der Kammgarnspinnerei, welche Halbkammgarne (Cardé peigné, Peigné mixte, *Cardel*, *Mock-worsted*) genannt werden, findet zum Theil nach der Methode der Streichgarnspinnerei, zum Theil nach derjenigen der Kammgarnfabrikation Statt.

Die Kämmlinge gelangen zuerst auf eine Krempel mit Bandabführung. Das dadurch gebildete Band wird sodann auf Igel- oder Schraubenstrecken verzogen und duplirt und nach und nach auf dem für die Kammgarnspinnerei üblichen englischen System zum Spinnen vorbereitet und auf Watermaschinen versponnen. Zur Erzielung glatter glänzender Garne wird auch wohl eine Plattmaschine eingeschaltet oder ein Apparat bei den Strecken angebracht, der die Bänder mit Wasserdampf in Berührung bringt.

Viertes Kapitel.

Seiden-Spinnerei.[1])

Das Material für die Seidenspinnerei wird, wie S. 505 etc. ausführlich angegeben ist, in zwei verschiedenen Formen gewonnen: als Rohseide und als Abfallseide (Florettseide), wesshalb auch die Seidenspinnerei in zwei Theile zerfällt.

I. Verspinnen der Rohseide.

Die Rohseide besteht aus Fäden von solcher Länge und solcher Gleichförmigkeit, dass das Spinnen der Seidengarne einzig in einem einfachen Zusammendrehen dieser Fäden, also in einem Zwirnprozess (Zwirnen, Filiren, Mouliniren, Moulage, *Throwing*) besteht, dem nur ein Abhaspeln der Seidensträhne vorangeht, welches behufs einer bequemeren Verarbeitung die Seidenfäden auf Spulen bringt und darum Spulen oder Wickeln (Bobinage, Dévidage, *Winding*) genannt wird.

A. Spulen.

Im Grossen findet diese Arbeit auf Spulmaschinen[2]) (Wickelmaschinen, Machine à bobines, M. à devider, *Winding engine*) von folgender Bauart Statt. An den zwei Langseiten eines rahmenartigen Tisches liegen um, von horizontalen Gabeln getragene Stangen drehbar, eine Anzahl hölzerne etwa 75 mm. lange und 50 mm. dicke hölzerne Randspulen, welche ausserhalb der Ränder noch zwei zylindrische Verlängerungen besitzen, mit denen sie auf zwei sich drehenden Scheiben ruhen, um von diesen durch Reibungsübertragung in Rotation versetzt zu werden. Unterhalb jeder Spule liegt ein leichter Haspel (*Swift*) von der Grösse, dass er die von dem Haspel K, Fig. 377, S. 507, abgenommenen Strähne aufnehmen kann. Von diesem Haspel läuft der Faden durch einen mit Glasauge versehenen Fadenführer aufwärts zu der Spule. Um die abgerissenen Fäden leicht auffinden zu können, ist es zweckmässig, den Faden in weiten Windungen aufzuspulen, so dass sich die einzelnen Lagen kreuzen. Zu dem Zwecke sitzen die sämmtlichen Fadenführer auf einem Laufstock, welcher mittelst einer Zugstange von einer Kurbel aus hin- und hergezogen wird, der durch elliptische Räder angetrieben, damit die Bewegung des Laufstockes in der Weise erfolgt, dass die Spule in der Mitte etwas dicker bewickelt wird.

B. Zwirnen.

Zum Zusammendrehen der Fäden (Zwirnen, Dernière ouvraison, Dernier apprêt, *Spinning*, *Throwing*) bedient man sich einer Zwirnmaschine[3]) (Seidenzwirnmühle, Spinnmühle, Filatorium, Moulin à soie, Machine organsiner, *Spinning mill*), welche äusserlich einer gewöhnlichen Zwirnmaschine ähnlich sieht, indem an den zwei Langseiten eines bankartigen Gestells eine Reihe Flügelspindeln und darüber eine

---

1) Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. II. S. 1360. — Berliner Verh., 1842. S. 61. — Polyt. Centr., 1864. S. 694. — Dingler's Journ., Bd. 171. S. 313. 2) Berliner Verh., 1842. S. 61. — Polyt. Centr., 1864. S. 694. — Dingler's Journ., Bd. 85. S. 333. 3) Berliner Verh., 1842. S. 64. — Polyt. Centr., 1857. S. 1201; 1862. S. 1208; 1866. S. 1269; 1875. S. 1327. — Dingler's Journ., Bd. 78. S. 270; Bd. 79. S. 169; Bd. 85. S. 337; Bd. 137. S. 113; Bd. 148. S. 29 u. 30; Bd. 155. S. 267.

ebenso grosse Reihe Spulen vorhanden sind. Doch ist die Betriebsweise eine umgekehrte. Es werden nämlich auf die Spindelachsen Spulen geschoben, welche vorher durch eine besondere Operation gleichzeitig mit so viel Fäden bewickelt sind, als zusammengezwirnt werden sollen. Diese Fäden laufen sodann von den Spindelspulen durch die zwei Oesen der ⊂ förmigen Flügel zu den oben auf horizontalen Achsen liegenden Spulen, wobei sie durch die sich drehenden Spindelspulen (als aktive Spule) Drehung erhalten, während die zum Aufwickeln erforderliche Geschwindigkeitsdifferenz durch die auf der Spindel bewegten Flügel (passive Spindel) erzeugt wird. Die Aufwickelspulen erhalten den Antrieb durch Zahnräder und die Fäden ihre richtige Leitung auf die Spulen durch Fadenführer wie bei dem Haspel S. 507. — Die früher übliche runde oder ovale Bauart dieser Zwirnmühle ist wohl vollständig aufgegeben.

Für den späteren Gebrauch ist es in vielen Fällen erwünscht, schon dér Rohseide einen Draht zu ertheilen, damit dieselbe z. B. unter der Einwirkung des Seifenwassers beim Entschälen oder der Färbebrühen etc. sich nicht in die einzelnen Kokonfäden zertheilt. Da der Faden in Folge dieser Drehung auch mehr Rundung erhält, so geht dieselbe gewöhnlich dem Zwirnen als eine besondere Operation (Drehen, Première ouvraison, Pr. apprêt, Filage, *Spinning*) voraus, welche auf Zwirnmaschinen in der Weise ausgeführt wird, dass der Draht (Filé) der späteren Drehung (Tors) in der Richtung entgegengesetzt läuft. Die gedrehten Fäden werden sodann oft auf ihren Spulen 10 Minuten lang in einen Dampfkasten und aus diesem in Behälter mit warmem Wasser gebracht. — Als weitere Vorbereitung zum Zwirnen ist noch das Dupliren (Douplage, *Doupling*) erforderlich. Hierbei werden auf einer Duplirmaschine (Machine à doubler, *Doubling frame*), welche in ihrer Konstruktion mit der oben erwähnten Spulmaschine übereinstimmt, so viel Fäden Rohseide gemeinschaftlich auf eine einzige Spule gewickelt, als zusammengezwirnt werden sollen. Dies ist bei der oben beschriebenen Zwirnmaschine deshalb nothwendig, weil sich die zum Zwirnen bestimmten Fäden ja von der Spule abwickeln, welche zwischen den Spindelflügeln liegt.

C. Sortiren.

Je nach dem Grade der Zwirnung (zwei-, drei- u. s. w. fädig), nach der Verschiedenheit des Materials und der Bestimmung der gezwirnten, filirten oder moulinirten Seide (Soie moulinée, S. ouvrée, *Thrown silk*) unterscheidet man hauptsächlich folgende Sorten.

1) Organsin, Organsinseide, Kettenseide, Orsoyseide (Organsin, *Organzine*). Zu dieser Seide verwendet man die festesten Fäden der besten Kokons, weil sie namentlich zur Kette in der Weberei bestimmt ist und zwirnt sie links zweifädig (O. à deux bouts) oder dreifädig (O. à trois bouts) aus Rohseide, welche aus 3 bis 8 Kokonfäden gehaspelt und mit rechtem Draht mit 60 bis 80 Drehungen auf 1 cm. gedreht ist.

2) Trama, Tramseide, Einschlagseide (Trame, *Trame*). Diese Seide, welche namentlich zum Einschlag in der Weberei, für Posamentirarbeiten u. dergl. bestimmt und von geringeren Kokons genommen ist, besitzt eine grosse Weichheit, indem sie aus zwei bis drei Rohseidenfäden von 3 bis 12 Kokonfäden, ohne vorherige Drehung derselben, weniger stark gezwirnt wird als Organsin (mit 5 Drehungen auf 1 cm.) Neben dieser zwei- oder dreifädigen Trama kommt auch einfädige vor, welche eigentlich nur gedrehte Rohseide ist. — Stark zusammengezwirnte zweifädige Trama wird unter dem Namen Tors sans filé auch als Kette verwendet.

3) Marabout-Seide. Diese gezwirnte Seide zeichnet sich durch eine besondere Steifigkeit aus, welche davon herrührt, dass man zur Herstellung derselben ungedrehte und ungeschälte Rohseide nimmt, die zweimal gezwirnt wird, einmal vor- und einmal nach dem Färben. Der dabei die Oberfläche überziehende Seidenfirniss giebt im Verein mit der sehr scharfen Zwirnung die verlangte Steifigkeit.

4) Pelseide, Pelo (Poil, *Single*). So wird eine Seide genannt, welche streng genommen gar nicht gezwirnt ist, sondern nur aus einem einzigen Rohseidenfaden besteht, der von 8 bis 10 Kokons abgehaspelt und gedreht wurde. Da die Pelseide grösstentheils zur Einlage für Gold- und Silbergespinnste bestimmt ist, so nimmt man zu ihrer Erzeugung Kokons der geringsten Qualität.

5) Nähseide, Kusir (Soie à coudre, *Sewing silk*). Diese Seide wird, da sie ziemlich stark sein soll, durch zweimaliges Zwirnen aus gedrehter oder ungedrehter Rohseide von 3 bis 24 Kokons 2, 4 oder 6 fädig hergestellt. Entweder werden dabei zwei Rohseidenfäden einzeln rechts gedreht und dann mit linker Drehung zusammengezwirnt, oder man zwirnt erst 2 oder 3 (gedrehte oder ungedrehte) Rohseidenfäden rechts und diese gezwirnten Fäden darauf mit 5 bis 10 Drehungen auf 1 cm. links zusammen. — Eine sehr feine Sorte Nähseide (Kusirino) wird aus 3 mal 3 feinen Rohseidenfäden durch zweimalige Zwirnung hergestellt.

6) Strickseide. Wird wie Nähseide durch schwaches zweimaliges Zwirnen aus 2 bis 6 Rohseidenfäden erzeugt.

7) Kordonnirte Seide (Cordonnes). So wird eine zu feinen Arbeiten (Häckeln etc.) beliebte sehr dralle, runde, glatte Seide genannt, welche wie Nähseide aus bestem Material durch zweimaliges starkes Zwirnen gedrehter Rohseide hergestellt wird, indem man diese erst zu 4, 5, 6 oder 8 links und hiervon 3 Fäden rechts gedreht zusammenzwirnt.

8) Stickseide, flache Seide, Plattseide (Soie à broder, Soie-fliche, *Slach-silk*). Wie der Name andeutet, hat diese Seide die Bestimmung, bei Stickereien möglichst breit aufzuliegen, um grosse Flächen zu überdecken. Deshalb wird sie aus Rohseide durch Zwirnung mit so geringer Drehung (2,5 auf 1 cm.) hergestellt, dass sie leicht lockert und platt legt, nach dem Kochen sogar selbst die Kokonfäden getrennt zeigt.

D. Haspeln, Spulen.

Je nach ihrer Bestimmung kommt die Seide in Strähnen oder auf Rollen gewickelt zur Verwendung, so dass zur Herstellung dieser Form noch eine Nacharbeit (Haspeln oder Spulen) erforderlich ist, die wesentlich mit der bereits oben erwähnten übereinstimmt und mit gleichen Mitteln vollzogen wird. — Ueber die Numerirung ist S. 609 das Nöthige gesagt.

E. Kochen, Schälen.

Auf S. 506 ist angegeben, dass der Kokonfaden mit einem eigenthümlichen Leim oder Firniss überzogen ist, welcher in Wasser erweicht, und zugleich den gelben Farbstoff enthält, welche die von Natur weisse Seide also nur umgiebt und ausserdem aber den Faden hart, steif, rauh und ziemlich glanzlos macht. Da mit der Entfernung dieses Ueberzuges die Glätte, der hohe Glanz und die Geschmeidigkeit der Seide zum Vorschein kommt, so wird in den überaus häufigsten Fällen die Seide einer Voroperation unterworfen, welche die Beseitigung dieser Schale bezweckt, Entschälen oder Kochen [1]) genannt wird und die entschälte, ge-

1) Prakt. Masch.-Constr., 1875. Beiblatt S. 78. — Muspratt-Kerl, Chemie, 2. Aufl. Bd. 5. S. 87. — Dingler's Journ., Bd. 160. S. 464; Bd. 176. S. 324. — Polyt. Centr., 1861. S. 1308; 1868. S. 268.

kochte oder linde Seide (Soie decreusée, S. cuite, *Scoured silk*, *Boiled silk*) liefert.

Das Kochen beruht auf der Eigenschaft der Seidenschale, sich in verdünnten alkalischen Laugen zu lösen. Damit letztere aber den Seidenstoff selbst nicht angreifen, bereitet man sie aus Seife in verschiedenen Konzentrationen und behandelt darin die ungeschälte ungekochte Seide (Ecru, Soie crue, S. ecrue, *Unboiled silk*) am zweckmässigsten auf folgende Weise in zwei getrennten Operationen. Zu der ersten löst man für 100 kg. Seide, 25 bis 30 kg. weise Kernseife in 1500 kg. Regen- oder Flusswasser durch Kochen auf und kühlt die Lösung auf 80 bis 90° C. ab. In dieser Lösung, deren Temperatur konstant erhalten wird, digerirt man die auf Latten gehängten Seidensträhne etwa eine halbe Stunde. Hierauf werden sie herausgenommen, auf der Zentrifugalmaschine ausgeschleudert und der zweiten Operation, dem eigentlichen Kochen, unterworfen. Zu dem Zwecke packt man die Strähne in leinene Säcke, bringt sie mit diesen in eine schwache Seifenlösung (von 12 bis 15 kg. Seife in 1500 kg. Wasser auf 100 kg. Seide) und kocht sie darin unter häufigem Umrühren 1 bis 2 Stunden lang. Nach dieser Prozedur werden sie in warmem Wasser gespült, geschleudert und in mässig erwärmten Räumen getrocknet. — Die so behandelte Seide enthält nunmehr im Faden die einzelnen Kokonfäden getrennt nebeneinander und in Folge dessen die grosse Weichheit und Geschmeidigkeit allerdings mit einem Gewichtsverlust von 25 bis 30, im Mittel 27 %. — In manchen Fällen genügt ein geringerer Grad des Entschälens. Dann findet dasselbe durch eine einmalige Behandlung mit schwacher Seifenlösung Statt und liefert die sog. halbgekochte Seide (Soie mi-cuite). — Um weisser Seide den höchsten Grad von blendender Weisse zu geben, bleicht man sie in Schwefeldämpfen oder besser in flüssiger schwefliger Säure. In beiden Fällen ist aber, um einer nachhaltigen zerstörenden Wirkung vorzubeugen, ein sorgfältiges Ausspülen erforderlich.

II. Verspinnen der Seidenabfälle.

Das aus den Seidenabfällen (Flockseide) und Kokonhäutchen (Strusi), sowie unabwickelbaren Kokons (Bourrette) hergestellte Seidengespinnst führt allgemein den Namen Florettseide und dieser Zweig der Spinnerei den Namen Florettspinnerei. Die für diese Spinnerei anzuwendenden Rohstoffe sind der Art, dass sie nach S. 510 zunächst einem Mazerationsprozesse zur Zerstörung des Leimes und darauf einem Reinigungsprozesse unterworfen werden müssen, bevor die eigentliche Gewinnung der spinnbaren Fasern vor sich gehen kann. Nach der Entfernung des Leimes (durch Waschen in der Stampfmaschine) und Trocknen der Kokons etc. beginnt sodann der Isolirungsprozess mit einem Klopfen des Materials durch dünne Holzstäbe auf Tischen oder Drahthürden. — Da die Seidenabfälle bezüglich ihrer Beschaffenheit zum Theil der Kammwolle, zum Theil der Heede nahe steht, so ist auch der weitere Verarbeitungsprozess theilweise der Kammwollspinnerei, theilweise der Wergspinnerei entnommen, d. h. die Fasern werden theils durch Kratzen, theils durch Kämmen gewonnen, isolirt und getrennt.

Die weiter folgende Operation ist daher gewöhnlich ein Fetten mit Oel, welches in der Weise vorgenommen wird, dass man ein durch Schütteln gebildetes Gemische von Wasser und Oel auf die Seide spritzt und diese solange in einen Behälter einschliesst, bis sie durch Absorption des Wassers das Oel über die Oberfläche gleichmässig vertheilt hat.

So vorbereitet gelangt das Material zum Zwecke des Oeffnens auf eine Art Kratzmaschine, welche aus einem Zuführtuch, einer Vorwalze, einer mit sehr grobem Beschlag versehenen Haupttrommel von 1 m. Durchmesser, nebst einer Arbeitswalze und einer Wickelwalze besteht. Dieser Oeffner arbeitet in der Weise, dass sich allmählich in dem Beschlag der Haupttrommel eine Watte bildet, welche durch Rückdrehung derselben ab- und auf eine Wickelwalze aufgewickelt wird.

Aus dieser Watte werden sodann auf einer dem Reisswolf ähnlichen Maschine (Cardeuse) Bärte zur Vorlage für die folgende Kämmaschine hergestellt. Die Kardeuse besitzt als Hauptwerkzeug eine Trommel von 1 m. Durchmesser, welche in 250 mm. Abstand von einander 12 Stahlschienen mit starken Zähnen nach Art der Fig. 382, II. S. 526 trägt. Nachdem die auf einem Tuch ohne Ende zugeführte Watte nach und nach von diesen Zähnen aufgespiesst und in eine neue, die Trommel bedeckende Watte verwandelt ist, zerschneidet man sie den Zahnschienen entlang in 12 Streifen (Bärte), welche also 1 m. lang und 250 mm. breit sind, und in denen die Fasern der Breite nach nebeneinander liegen.

Diese Bärte werden sodann vermittelst einer 1 m. langen, aus zwei Holzbrettern von 150 mm. Breite gebildeten Zange gefasst und damit einer Kämmaschine zur Bearbeitung übergeben, welche grosse Aehnlichkeit mit einer Hechelmaschine, Fig. 372, S. 493, besitzt, indem sie aus einem mit Hechelstäben besetzten aber horizontal liegenden Tuch ohne Ende (Kettenkamm S. 554) besteht, das sich mit der unteren Seite über einen Wagen wegbewegt, der die Zangen mit den Bärten trägt. — Die gekämmten Bärte erhalten darnach wie die Kammwolle oder Heede eine weitere Vorbereitung durch Strecken und Dupliren auf Schraubenstrecken (Etaleuse, *Spreader*), werden auf Flyern mit Kammstäben vorgesponnen und auf Water- oder Mule-Maschinen in Garn verwandelt, je nachdem dasselbe scharf oder schwach gedreht werden soll.

Die gesponnene Seide (Seidengarn, Soie filée, *Spun silk*, *Silk garn*) wird als Schappe, Chappe, Kreszentin, Gallet, oder Galettam in Strähnen in den Handel gebracht. — Die bei der Florettseidenspinnerei entstehenden Abfälle endlich heissen Strazza.

Dritte Gruppe.

Weberei.[1]

Erster Abschnitt.

Konstruktion der Gewebe.

Unter Gewebe (Tissu, *Web*), auch wohl Zeug, Stoff (Etoffe, *Cloth*) genannt, versteht man flächenartige Kunstprodukte von grösserer oder geringerer Ausdehnung in Länge und Breite, welche aus Fäden oder fadenartigen Körpern gebildet sind und sich in der Regel durch grosse Biegsamkeit und Elasticität auszeichnen. — Die grösste Menge von Geweben wird aus Gespinnst (Garn) erzeugt und ist daher besonders biegsam; zu bestimmten Zwecken verwendet man jedoch auch steifere Materialien, z. B. Metalldraht, Holzdraht, Glasgespinnst, Stroh u. dergl.

Die Bildung der Gewebe erfolgt durch eigenthümliche, gesetzmässige Verschlingungen der Fäden. Solche in ausserordentlicher Anzahl mögliche Verschlingungen bedingen das verschiedene Ansehen und den Charakter des Gewebes und führen zur Eintheilung derselben bezüglich ihrer Konstruktion.

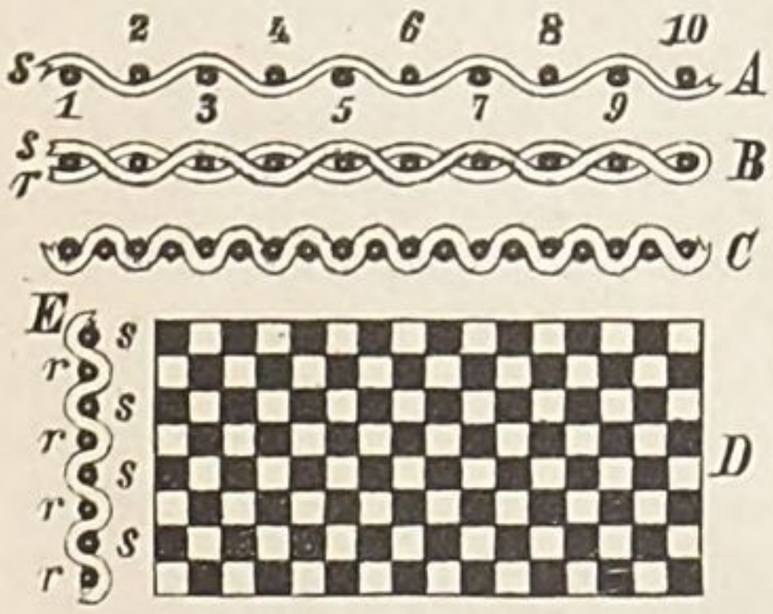


Fig. 460.

Da eine zusammenhängende Fläche aus einzelnen Fäden nur dadurch entstehen kann, dass sich diese Fäden gegenseitig an einer Verschiebung aus der ihnen angewiesenen Lage hindern, so ist es zunächst die Aufgabe der Weberei (Tissage, *Weaving*), eine solche Lage der Fäden ausfindig zu machen, bei welcher eine Verschiebung derselben nicht eintritt. Man erkennt leicht aus Fig. 460 A, dass eine Anzahl Fäden 1, 2, 3 ... 7, durch einen durchgezogenen Faden s s nur theilweise und der Faden s s selbst fast gar

1) P. Falcot, Traité encyclopédique et méthodique de la fabrication des tissus, Elbeuf. 1844 u. 1845. — M. Alcan, Industrie des matières textiles, Paris 1859. — G. White, A practical treatise on Weaving by hand- and power-looms, Glasgow 1846. Auch deutsch von Wieck. Leipzig 1847. — C. Gilroy, The art of Weaving by hand and by power. Manchester & London. 2nd Edit. — F. H. Voigt, Vollständiges Handbuch der Weberei. Weimar 1853. — C. G. Weise, Theoretisch-praktisches Handbuch für Weber, 3. Aufl., Burgstädt 1862. — Beyssel und Feldges, Lehrbuch der Weberei, Berlin 1863. — G. H. Oelsner, Deutsche Webschule, 2. Aufl., Meerane 1869. — Knorr, Elemente der Weberei. Chemnitz 1872. — Karmarsch-Hartig, Technologie. Bd. II. S. 845. — Technol. Encyclop. Bd. 20. S. 170.

nicht an einer Verschiebung verhindert wird, da bei dem gezeichneten Verlauf von s die Fäden 1, 3, 5, 7 nur von einer Bewegung nach oben und die Faden 2, 4, 6, 8 nur von einer solchen nach unten zurückgehalten werden. Man ersieht aber auch, dass die Beweglichkeit der Fäden 1, 3, 5, 7 nach unten und der Fäden 2, 4, 6, 8 nach oben aufhört, wenn noch ein Faden r Fig. 460 B. so durchgezogen wird, dass dieser 1, 3, 5, 7 über und 2, 4, 6, 8 unter sich lässt. Werden dann die Fäden 1, 2, 3, 4, 5 etc. so angeordnet, dass sie die mit s und r bezeichneten ebenso umschlingen (was durch die abwechselnde Lage von s und r erreicht wird), so ist davon die unmittelbare Folge, dass sämmtliche Fäden verhindert werden aus der ihnen durch diese Verschlingungen angewiesenen Lage oder Fläche herauszutreten. Liegen endlich in diesem Fadenverschlinge die Fäden so nahe zusammen, als es nur die Kreuzfäden erlauben, Fig. 460 C., so wird auch ein seitliches Ausweichen unmöglich und demnach auf solche Weise eine durchaus sicher zusammenhängende Fläche aus aneinander gelegten Fäden gebildet. — Da es nun keine einfachere und leichter zu erzeugende Vereinigung von Fäden giebt, als die eben erwähnte, so bildet sie die Grundlage der Gewebe-Konstruktion, welche charakterisirt wird durch zwei sich rechtwinklig kreuzende Fadensysteme 1, 2, 3 etc. mit s, r. Das eine dieser beiden Systeme läuft natürlich in der Längenrichtung des Gewebes und bildet die Kette, Zettel, Werft, Schweif, Anschweif, Aufzug (Chaîne, *Warp*), während das zweite in der Stoffbreite verlaufende System den Schuss, Einschuss, Einschlag, Eintrag (Trame, *Weft*, *Woof*) ausmacht. Jene die Kette bildenden Fäden führen daher auch den Namen Kettenfäden, während die zum zweiten System gehörenden Fäden einzeln Schussfäden, Eintragfäden (Duite, *Shoot, Thread of the weft*) genannt werden. Indem sich endlich Schuss- und Kettenfäden an den Kreuzungsstellen gegenseitig binden, werden diese als Bindungen, Fadeneinkreuzungen (Liage, *Point of intersection*) besonders bezeichnet. — Alle Stoffe, bei denen diese zwei Fadensysteme nicht vorhanden sind, werden von den eigentlichen Geweben ausgeschlossen. Hierzu gehören die durch ein Fadensystem erzeugten Wirkwaaren (Gewirkte Stoffe, Tissus à mailles), bei welchen ein Faden, Fig. 461 a, in Schlangenlinien so verläuft, dass zwischen den einzelnen Lagen Oeffnungen (Maschen, Mailles, *Mails*, *Mashes*, *Meshes*) bleiben, deren Gestalt von der Art der Verschlingung abhängt. Ferner werden zu den eigentlichen Geweben nicht gerechnet der sogenannte Spitzengrund (Tüll, Bobinet, Tulle, T. bobin, *Bobbin net*), welcher aus einem in Fig. 462 gezeichneten Fadenverschlinge besteht; die Flechtwerke (Geflecht, Netzwerk) und die ähnlichen geklöppelten Arbeiten (Spitzen, Dentelles, *Lace*).

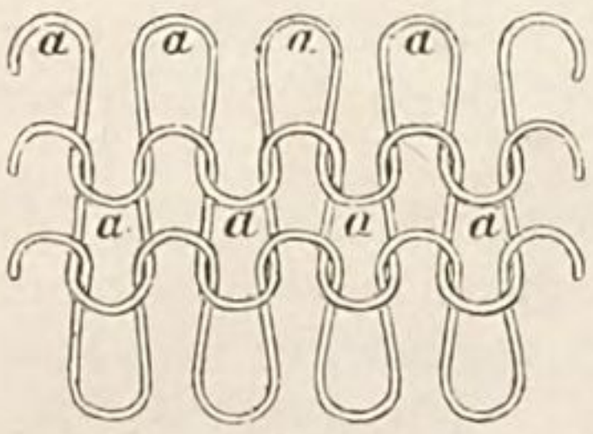


Fig. 461.

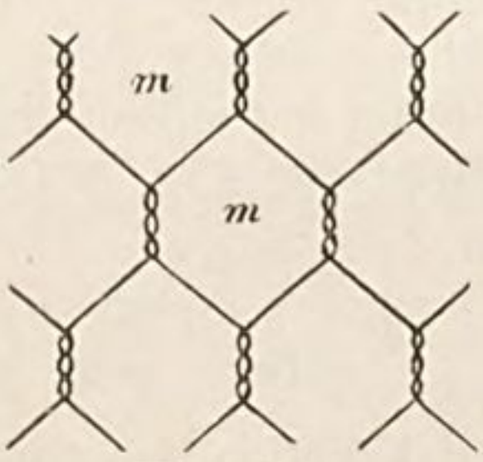


Fig. 462.

Wenn durch die in Fig. 460 angegebene Verschlingung von Kette und Schuss ein Gewebe erzeigt ist, so läuft in diesem jeder Faden so, dass er abwechselnd einen Faden unter und einen Faden über sich lässt. Zugleich wiederholen sich die Fadenlagen in der Weise, dass, wenn man sie der Folge nach mit den natürlichen Zahlen bezeichnet, die ungeraden 1, 3, 5, 7 etc. und die geraden 2, 4, 6, 8 etc. gleich gelegen sind und zwar sowohl im Schuss als in der Kette. In Folge dessen erscheinen (Fig. 460 D.) die Bindungen in neben-

einander liegenden, ununterbrochenen, parallelen Linien, welche unter einem gewissen Winkel quer über das Zeug laufen. Ferner sind die Fäden so vertheilt, dass an den beiden Seiten des Gewebes genau gleichviel davon zum Vorschein kommt, und dass das Aussehen desselben ohne jegliche Abwechslung (schlicht oder glatt) ist. Weil diese Bindungen namentlich der Bildung der Leinwand zu Grunde liegen, so heissen sie Leinwandbindungen, und die durch dieselben gebildeten Gewebe überhaupt: Glatte, Schlichte. Leinwandbindige Stoffe (Etoffes unies, E. plaines, *Plain cloth*).

Da die Konstruktion des Gewebes abhängig ist von der Lage der Fäden oder der Bindungen, so wird sie sich sofort ändern, wenn die Bindungen dadurch eine von dem glatten Stoff abweichende Anordnung erhalten, dass von einem Faden mehr als einer übersprungen wird. Laufen also die Fäden s eines Systemes, Fig. 463, z. B. über m und unter n Fäden des zweiten Systems hinweg, so liegen zwischen den Bindungen m beziehungsweise n Fäden frei nebeneinander. Auf der einen Seite des Gewebes kommt daher von jedem Fadensystem nur $\frac{m}{n}$ und auf der anderen Seite $\frac{n-m}{n}$ der ganzen Fadenlänge zum Vorschein. Durch eine solche Anordnung hat man es zunächst in der Hand, eine beliebige Vertheilung der Fäden auf die beiden Stoffseiten hervorzubringen, d. h. auf der einen Seite besonders den Schuss, auf der anderen die Kette hervortreten zu lassen. Das Gewebe erhält aber auch wegen des Freiliegens (Flottliegen) der der Fäden eine weiche, lockere, schwammige Beschaffenheit, wie sie in vielen Fällen erwünscht und nothwendig ist (indem sie z. B. den Faltenwurf begünstigt, das Aufsaugen grösserer Mengen von Feuchtigkeit gestattet). — Da ferner bei diesem Vertheilungsgesetz die Zahl n nur abhängt von der Zahl der vorhandenen Fäden und innerhalb dieser beliebig gross sein kann, so ist zu erkennen, dass die Anwendung dieses einfachen Gesetzes eine fast beliebig grosse Mannigfaltigkeit in der Konstruktion der Gewebe hervorzubringen vermag, und daher für die Weberei von der grössten Bedeutung ist.

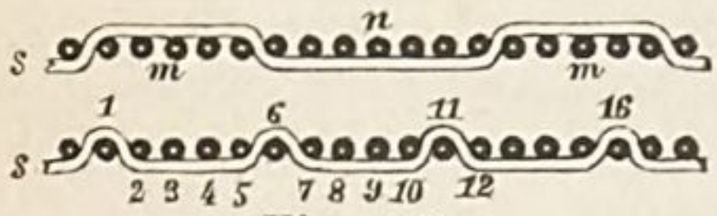


Fig. 463.

Eine besondere Verwendung findet dieses Gesetz in der Weise, dass ein Faden s (Kette sowohl als Schuss) stets einen Faden (Schuss oder Kette) überspringt und 2, 3, 4, 5 oder allgemein n Fäden unter oder über sich liegen lässt. Diese Anordnung nach dem Schema $\frac{n\ n}{1\ 1}$ bildet die Klasse der geköperten, gekieperten, kroisirten Stoffe (Köper, Keper, Kieper, Etoffes croisée, *Tweeled cloth*, *Twilled cloth*), welche wieder in Unterabtheilungen zerfällt, je nach der Grösse der Zahl n und der Vertheilung der Bindungen, indem diese entweder zusammenstossen und eine fortlaufende Linie bilden oder in gewissen Abständen von einander zerstreut über die Zeugfläche vertheilt sein können. Liegen die Bindungen in einer fortlaufenden Linie, so wird diese Konstruktion Köper im engeren Sinne oder kurzweg Köper (Croisé, Croisure

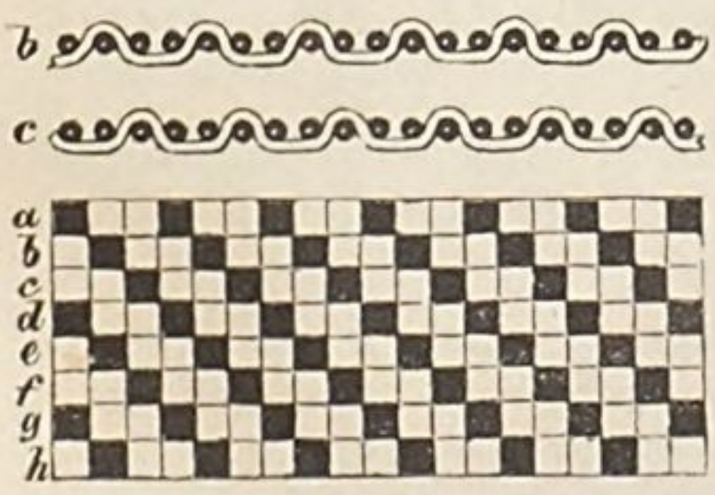


Fig. 464.

Sergé, *Regular tweel*) genannt. Der geringste Köper dieser Art entsteht, wenn n = 2 wird. Dann läuft (Fig. 464) der Faden a über 1 unter 2 und 3, über 4 unter 5 und 6 u. s. w., und der Faden 1 unter a über b c unter d über e und f u. s. w. Durch die Lage, welche den Fäden 1 und a gegeben ist, sind zugleich die Lagen der sämmtlichen anderen Fäden bestimmt. Denn nur, wenn b über 2 unter 3 und 4 über 5, unter 6 und 7; wenn 2 unter b über c und d, unter e; wenn c unter 1 und 2 über 3, unter 4 und 5; wenn 3 über a und b, unter c, über d und e unter f etc. wegläuft, kann das gewählte Gesetz ausgeführt sein. Bei diesem Köper gehören zu einer Bindung 3 Fäden, sowohl Kette 1, 2, 3 als Schuss a, b, c, weshalb derselbe dreifädig, dreibindig, dreitheilig genannt wird. Man erkennt an demselben leicht schräg laufende parallele Streifen, welche aus Fadenstückchen gebildet werden, die zwischen den Bindungen flottliegen und von den Bindungslinien begrenzt erscheinen. Da diese Streifen auf der einen Seite von den Kettenfäden, auf der anderen von den Schussfäden herrühren, so wechseln hiernach auch die beiden Seiten nach der Beschaffenheit dieser Fäden (nach deren Farbe, Feinheit etc.) im Ansehen.

Wird im Köper n = 3, so geht also (Fig. 465) der Faden a über 1, unter 2, 3, 4, über 5 unter 6, 7, 8 etc., der Faden 1 unter a über b, c, d unter e über f, g, h; b über 2 unter 3, 4, 5, über 6 unter 7, 8, 9 etc.; 2 unter b über c, d, e unter f über g, h, i etc.; c über 3 unter 4, 5, 6 über 7 unter 8, 9, 10 etc.; 3 unter c über d, e, f, unter g über h, i, k etc., d über 4 unter 5, 6, 7, über 8, unter 9, 10, 11 etc. und endlich 4 unter d über a, b, c, über e, f, g, unter h etc., worauf e die gleiche Lage mit a, und 5 die gleiche Lage mit 1 erhält u. s. w. Da in diesem Köper je 4 Fäden zu einer Bindung gehören, so führt er den Namen vierfädig, vierbindig, viertheilig. Die schrägen Streifen erscheinen, weil sie 3/4 der Fäden ausmachen, noch deutlicher, so dass eine bestimmte Fadengattung noch mehr zur Geltung gebracht werden kann.

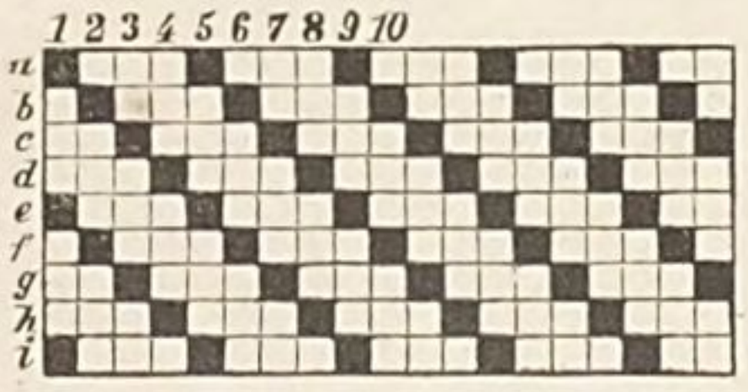


Fig. 465.

Auf dieselbe Weise entstehen:

für n = 4 der fünffädige, fünfbindige, fünftheilige,
für n = 5 der sechsfädige, sechsbindige, sechstheilige,
für n = 6 der siebenfädige, siebenbindige, siebentheilige

Köper u. s. w., dessen Eigenschaften bezüglich des Ansehens etc. sich aus dem Erklärten leicht ableiten lassen.

Je weiter im Köper die Bindungslinien von einander liegen (schwacher und starker Köper), je mehr kommt auf jeder Oberfläche ein Fadensystem zur Geltung, je flotter liegen die Fäden, je lockerer wird das Gewebe, aber auch um so weniger Halt bekommen die Fäden; weshalb der eigentliche Köper selten mehr als 8fädig, gewöhnlich nur 4 und 5fädig erzeugt wird.

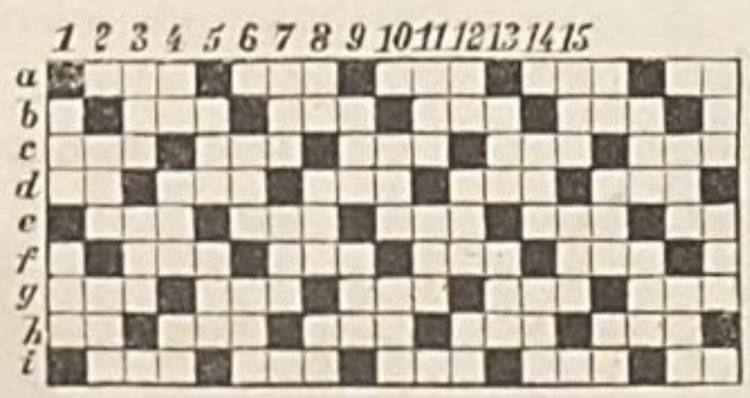


Fig. 466.

Das Gesetz, nach welchem die Bildung des eigentlichen Köpers erfolgt, erleidet keine wesentliche Aenderung durch eine solche Anordnung der Bindungen, dass diese zerstreut auf der Oberfläche des Zeuges zu liegen kommen und demnach keine zusammenhängende Linie mehr bilden. Wird z. B. (Fig. 466) bei einem viertheiligen Köper

der Faden a unter 1 über 2, 3, 4, unter 5 über 6, 7, 8, unter 9 über 10, 11, 12 etc.,
der Faden b unter 2 über 3, 4, 5, unter 6 über 7, 8, 9, unter 10 über 11, 12, 13 etc.,
der Faden c unter 4 über 5, 6, 7, unter 8 über 9, 10, 11, unter 12 über 13, 14, 15 etc.,
der Faden d unter 3 über 4, 5, 6, unter 7 über 8, 9, 10, unter 11 über 11, 12, 13 etc.

weggelegt, so bilden sich treppenförmig abgebrochene Bindungslinien (gebrochener, viertheiliger Körper), ohne dass das Bildungsgesetz für jeden einzelnen Faden sich geändert hätte. — In ähnlicher Weise entsteht (Fig. 467) der Atlas[1]) (Satin, *Broken tweel*, *Satin tweel*), der gewöhnlich achtbindig (Satin de Nuit), seltener fünfbindig (Bastard-Atlas) ist. Im eigentlichen Atlas laufen die Schussfäden z. B. so, dass

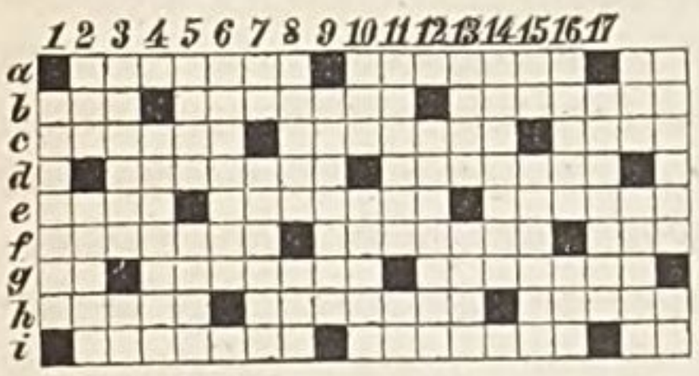


Fig. 467.

a über 1 unter 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, über 9 unter 10, 11, 12, 13, 14 u. s. w.,
b « 4 « 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, über 12 unter 13, 14, 15,
c « 7 « 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 über 15,
d « 2 « 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 über 10,
e « 5 « 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 über 13,
f « 8 « 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 über 18,
g « 3 « 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 über 19,
h « 6 « 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 über 14,
i wie a u. s. w.

hinläuft. In Folge dieser Vertheilungen der Bindungen und des starken Flottliegens schieben sich die Fäden über die Bindungspunkte und verdecken diese so, dass sie sich dem Auge entziehen, wodurch das Gewebe auf der einen Seite nur Kette, auf der anderen nur Schuss zeigt, und sehr glatt und glänzend aussieht.

Da der Köper sein streifiges Ansehen wesentlich dem Umstand zu verdanken hat, dass die Fäden zwischen den Bindungen über mehr als 1 Faden flottliegen, so kann man den Köper auch nach dem Schema $\frac{n\ n}{m\ m}$ entstehen lassen, in welchem Falle auch die, durch die Bindungen entstehenden Streifen breiter werden. Wird dann in besonderen Fällen $n = m$, so bildet sich ein Köper $\frac{n\ n}{n\ n}$ (Fig. 468), bei dem auf beiden Seiten ebensoviel Schuss- als Kettenfäden sichtbar werden, weshalb ein solcher Köper mit zwei gleichen oder rechten Seiten (zweiseitiger, beidrechter, auch Doppelköper[2]) (Etoffe croisée à double face) genannt wird.

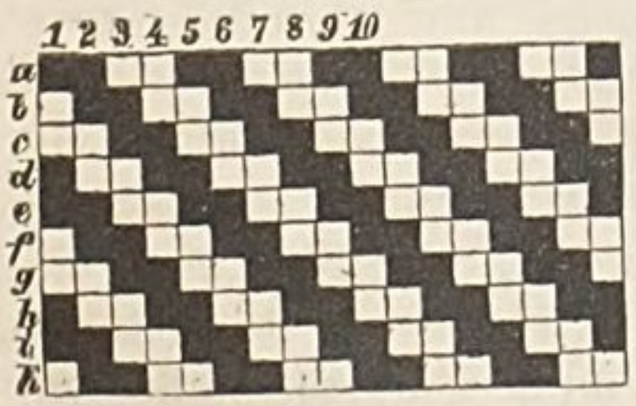


Fig. 468.

Das allgemeine Schema $\frac{n\ n}{m\ m\ m}$ giebt an, dass die Fäden abwechselnd oben und unten um n beziehungsweise m Fadendicken flottliegen. Indem in diesem allgemeinen Ausdruck n und m vollständig von einander unabhängig sind und für

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1857. S. 13. 2) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1857. S. 17.

jeden einzelnen Faden sogar anders gewünscht werden können, zeigt derselbe die Möglichkeit eines ausserordentlich grossen Wechsels und der Hervorbringung von beliebig verlaufenden, aus Bindungspunkten zusammengesetzten Linien (Bindungslinien). Es ist daher ohne weiteres klar, dass nicht nur in einem Stoff alle durch Fadenkreuzung zu erzeugenden Gewebearten neben einander liegen können, sondern auch, dass diese durch Bindungslinien oder Streifen eingegrenzt, eingesäumt werden, deren Verlauf nach Belieben gewählt werden kann; dass man also im Stande ist, durch richtige Wahl der Zahlen n und m Flächen mit Linien oder Streifen zu begrenzen, welche demnach bestimmte Figuren (Muster, Dessin, Dessin, *Pattern*) einschliessen oder bilden. Dieses Bildungs-Prinzip liegt der Konstruktion derjenigen Gewebe zu Grunde, welche den Namen gemusterte, figurirte, fazonnirte, dessinirte Stoffe, Bildgewebe, (Etoffe façonnées, *Fancy cloth*) führen. So entsteht z. B., wie Fig. 469 zeigt, ein aus Bindungsstreifen zusammengesetztes Muster, wenn der

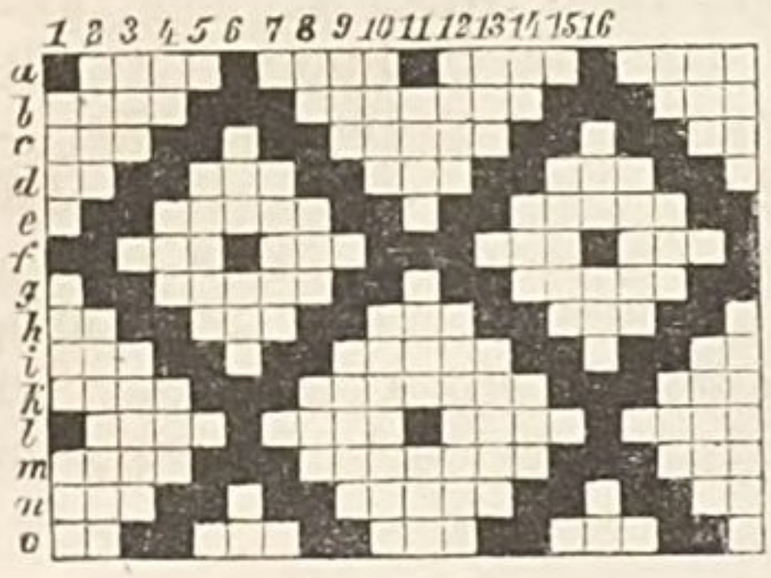


Fig. 469.

Faden a unter 6,
« b « 5, 6, 7,
« c « 4, 5 und 7, 8,
« d « 3, 4 und 8, 9,
« e « 2, 3 und 9, 10,
« f « 1, 2 und 10, 11,
« g « 2, 3 und 9, 10,
« h « 3, 4 und 8, 9,
« i « 4, 5 und 7, 8,
« k « 5, 6, 7,
« l « 6

hindurchgeht.

Das Hervortreten eines Musters wird dadurch bedingt, dass, wie z. B. Fig. 470 zeigt, die Zeichnung desselben sich von dem Zeug abhebt, was im Allgemeinen eine Verschiedenheit des Ansehens zwischen Figur und Zeug, welches in diesem Falle Grund, Boden, Fond (Fond, Plain, *Ground*) genannt wird, voraussetzt. Diese Verschiedenheit kann aber ausser durch Auswahl der Gewebearten und Mischung derselben besonders noch durch die verschiedenen Färbungen der Fäden etc. erreicht und erhöht werden (Bunte Gewebe, Buntweberei). — Die Natur der Bild- und Bunt-Gewebe bringt es mit sich, dass in vielen Fällen die auf denselben vorkommenden Figuren in grösserer Anzahl regelmässig vertheilt vorkommen, z. B. Servietten, Kleiderstoffe, Tafeltücher etc., in manchen Fällen aber eine fast die ganze Zeugfläche ausfüllende Zeichnung darbieten, z. B. Wappen, Portraits etc. Wenn sich dann gleiche Figuren oder Figurentheile symmetrisch wiederholen, so wird diese Wiederholung der Rapport (Rapport) genannt. — Die Gesammtzahl der zu einer Figur erforderlichen, in der Breite des Stoffes liegenden Kettenfäden bildet einen Kurs oder Chemin (Cours, Chemin), während die Gesammtzahl der zur Bildung einer Figur erforderlichen Schussfäden Marsch oder Tour (Tour) heisst.

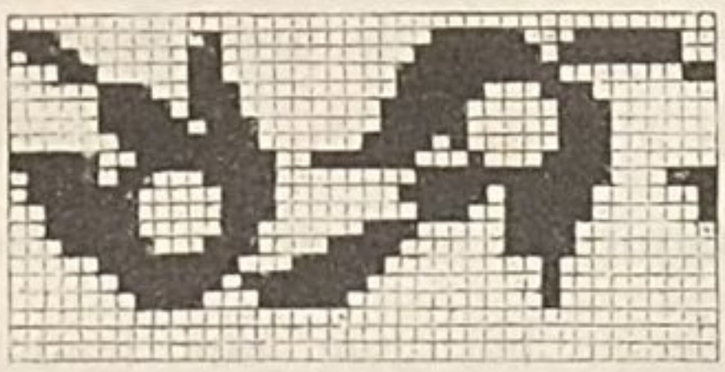


Fig. 470.

Sehr oft sollen die Figuren sich in verschiedener Farbe abheben oder durch besondere oft sehr theure Stoffe (Gold- und Silberdraht, Seide in Baumwolle etc.) erscheinen und glänzen. Es ist dann in der Regel erwünscht, nicht mehr von diesen Stoffen zu gebrauchen, als gerade für die Figur ausreicht, oder wenigstens das etwa mehr Vorhandene ganz auf die untere Seite zu bringen. Zur Erfüllung dieser Aufgabe können mehrere Wege eingeschlagen werden.

a. Eine besondere nur zur Bildung der Figur bestimmte Kette (Figurkette) wird in den Grund mit eingewebt und durch dieselben Schussfäden, welche den Grund bilden, gebunden. Die Muster heissen dann aufgeschweift oder aufgelegt.

b. Zur Herstellung der Figur dienen Schussfäden, welche unabhängig vom Grundgewebe sind und von den Kettenfäden gebunden werden (Figurschuss). Diese Methode umfasst die Anfertigung der broschirten Stoffe (Etoffe brochée) und wird Broschiren genannt. Dieselbe ist in zweierlei Weise zur Ausführung zu bringen: 1) so dass der Figurschuss stets am Rande der Figur umkehrt, also nur oberhalb des Gewebes innerhalb des Musters flottliegt, oder 2) so dass er über die ganze Breite des Gewebes geht und somit auf der einen Stoffseite zwar nur die Figur bildet, auf der anderen Seite aber zwischen den Figuren flott liegt, oder nur soweit gebunden, als die Festigkeit des Gewebes fordert. Die erste Methode bildet das eigentliche Broschiren (Brocher, Spouliner, Espouliner) und liefert die broschirten Stoffe im engeren Sinne. Die zweite Methode heisst Lanziren (Lancer) und ihr Produkt lanzirter oder überschossener Stoff. Da die lanzirten Stoffe durch die auf der Rückseite flottliegenden Schussfäden oft übermässig schwer und bei durchsichtigem Grunde, undurchsichtig ausfallen, so werden die Schussfäden oft am Rande der Figuren abgeschnitten (Ausschneiden, Découper).

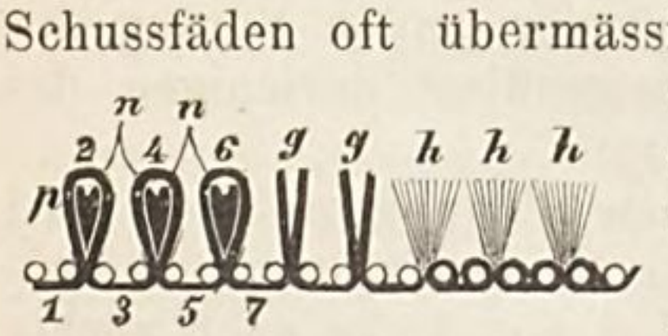


Fig. 471.

Wenn man eine besondere Kette p, Fig. 471, in ein Grundgewebe so einwebt, dass die Kettenfäden abwechselnd unter gewöhnliche Fäden 1, 3, 5, 7 u. s. w. über sehr dicke Fäden 2, 4, 6 hinweggeht und wenn man darauf diese dicken Fäden seitwärts herauszieht, so bleiben auf der Zeugoberfläche aufrechtstehende Schleifen oder Maschen n (Noppen, Boucles, *Naps*) zurück, welche nebeneinander stehend quer über das Zeug laufende Kanäle oder Schläuche bilden. Werden diese Schläuche dann an der obenliegenden Biegung aufgeschnitten, so entstehen daraus einzelne Fadenenden, welche auf der Oberfläche des Gewebes als Haare h erscheinen und von den das Grundgewebe bildenden Fäden genügend festgehalten werden. Diejenigen Gewebe, welche mit einer solchen Haardecke (Flor, Pole, Poil, *Pile*) versehen sind, heissen im Allgemeinen sammtartige. — Je nach der Höhe der Pole hat der Sammt verschiedene Eigenschaften, indem kurze Haare steif aufrecht stehen (Sammt, Velours, *Velvet*; Plüsch, Plüschsammt, Peluche, *Plush, Shag*), längere sich niederlegen lassen, um dem Gewebe ein fellartiges Aussehen zu geben (Felpel, Felper, Pelzsammt, Panne, Peluche, *Long poil, Feather shag*). — Weil in Folge der Maschenbildung die zur Herstellung des Flors dienenden Kettenfäden viel schneller verbraucht werden, als die zum Grundgewebe erforderlichen, so sind sie als besondere Kette (Sammtkette, Polkette, Oberkette, Chaîne de poil, *Pile warp*, *Nap warp*) zugeführt, wodurch zugleich die Möglichkeit entsteht, die Pole beliebig hoch zu machen. — Um die fadenförmigen Körper, um welche sich die Maschen bilden, leicht herausziehen

zu können, müssen sie auf der Oberfläche glatt sein; deshalb bestehen sie gewöhnlich aus Draht (Messing, Stahl) mitunter auch aus flachen Holzstäbchen und werden Nadeln (Sammtnadel, Ruthe, Epingle, Fer, *Needle*) genannt. — Wenn die Noppen nicht aufgeschnitten werden, so heisst der Sammt ungeschnittener oder ungerissener, gezogener Sammt, Ritzer (Velours frisé, V. épinglé, *Terry velvet, Uncut velvet*) gegenüber dem geschnittenen oder gerissenen Sammt (Velours coupé, *Cut velvet*). — Bei ungeschnittenem Sammt wird mitunter statt der Nadeln wohl ein wirklicher Faden zur Noppenbildung gebraucht, der später aber nicht herausgezogen wird und dadurch dem Gewebe ein rippenartiges Ansehen giebt (gerippter Sammt, Velours ras, V. simulé, *Ribbed velvet*).

Bei Betrachtung des Gewebes Fig. 465 erkennt man leicht, dass die Bindungsstreifen, wenn die Fäden über mehreren Fäden flott liegen, auch Schläuche bilden, die in der Mitte aufgeschnitten und aufgerichtet ein sammtartiges Gewebe hervorbringen, wenn ausser ihnen noch ein Grund vorhanden ist. Diese Entstehung des sammtartigen Gewebes liegt dem Sammt-Manchester (Manchester, Manchester, Velverette, Velventine, Velours à côtés, Cordeles, *Fustian*, *Velvet*, *Velveteen*, *Thickset Cord*) zu Grunde, der ausschliesslich aus Baumwollgarn (Baumwollsammt) so erzeugt wird, dass die auf dem Grundgewebe liegenden Schläuche aus Schussfäden entstehen, wesshalb bei seiner Herstellung nur eine Kette nud ein Schuss erforderlich wird. — Die Florhöhe des Manchesters hängt wesentlich von der Länge ab, um welche die Fäden flott liegen und kann nur sehr kurz sein, weil sonst das unter den Haaren vorhandene Grundgewebe störend zum Vorschein kommt, da in diesem Falle die Haare um so weniger dicht stehen können, je länger sie sind. Hieraus folgt der grosse Vorzug der Sammtbildung mittelst Nadeln (ächter Sammt) gegenüber derjenigen des Manchesters.

Eine eigenthümliche Variation des allgemeinen Bindungsgesetzes wird dadurch herbeigeführt, dass, Fig. 472, je zwei Nachbarfäden 1, 2 (gewöhnlich der Kette) sich abwechselnd von links nach rechts übereinander legen und die Fäden des zweiten Systems a, b (Schuss) zwischen diesen Kreuzungen festhalten. Es entstehen dadurch die Stoffe mit gekreuzter Kette (*Crossed warp*), wobei der eine Kettenfaden z. B. 1 sämmtliche Schussfäden unter sich, der andere Kettenfaden 2 aber sämmtliche Schussfäden über sich lässt. — Eine bemerkenswerthe Eigenschaft dieses Gewebes, welches Gaze[1]) (Gaze, *Gauze*) oder gazeartig genannt wird, liegt in den zwischen den Schuss- und Kettenfäden vorhandenen viereckigen Oeffnungen, die unter sich genau gleich sind und mancherlei Verwendung der Gaze (namentlich z. B. zu Sieben, Müllergaze, Beuteltuch) zulassen, wo es auf bestimmte Oeffnungsgrössen und Erhaltung derselben ankommt, was bei der Gaze der Fall ist, indem die sich umschlingenden Kettenfäden sich selbst und ausserdem die dazwischen geklemmten Schussfäden festhalten.

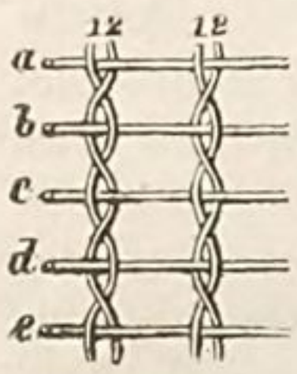


Fig. 472.

Auf Grund dieser verschiedenen Konstruktionen theilt man daher die Gewebe in folgende 5 Klassen.

1) Glatte oder schlichte Stoffe auch taffet- oder leinwandartige genannt.

---

1) Berliner Verh., 1858. S. 137. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver. — Polyt. Centr., 1859. S. 583. — Dingler's Journ., Bd. 150. S. 342.

2) Geköperte, gekieperte oder kroisirte Stoffe.
3) Gemusterte, fazonnirte, dessinirte oder figurirte Stoffe, Bildgewebe.
4) Sammtartige Stoffe.
5) Gazeartige Stoffe.

Die sämmtlichen 5 Hauptkonstruktionen lassen nun, wie bei den geköperten Stoffen ausführlich erwähnt wurde, nicht nur eine ganze Reihe verschiedener Anordnungen zu, sondern können auch in der mannigfaltigsten Weise kombinirt werden. So ist man z. B. im Stande, auf einem Gewebe von Gazegrund Figuren in Atlas oder Sammt herzustellen: taffetartigen Grund neben Köper oder Gaze zu legen u. s. w. Durch diese Kombinationen, im Verein mit den verschieden gefärbten Fäden, die abwechselnd wieder dünn und dick sein können, entstehen die sämmtlichen unzählbaren Abwechselungen und Namen der im Handel vorkommenden Gewebe.

Zweiter Abschnitt.

Erzeugung der Gewebe.

Erstes Kapitel.

Im Allgemeinen.

Zur Erzeugung eines Gewebes müssen Kettenfäden und Schussfäden in einer Weise und sich rechtwinklig kreuzend durcheinander geschoben werden, wie es die Konstruktion eines Gewebes vorschreibt. Am einfachsten lässt sich diese Verkreuzung dadurch herbeiführen, dass man von der in einer Ebene liegenden Kette der Reihe nach einen — durch die Konstruktion des Gewebes bedingten — Theil aus der Ebene heraushebt und nun durch den auf solche Weise gebildeten Schlitz den Schussfaden durchbringt, der sodann, nachdem die gehobenen Kettenfäden wieder in die ursprüngliche Ebene niedergelegt sind, die richtige Lage im Gewebe erhalten hat. Demnach besteht die Operation aus zwei Hauptarbeiten: Theilung der Kette und Eintragen der Schussfäden, und die Bewegungen aus der Bewegung der Kette und Bewegung des Schusses.

I. Bewegung der Kette.

Behufs der Theilung muss die Kette zunächst auf eine gewisse Länge frei und in regelmässiger Anordnung (paralleler Lage der Fäden) ausgespannt sein, weil nur in diesem Zustande die Theilungsoperation vorgenommen werden kann, ohne die Fäden zu verwirren und in Unordnung zu bringen. Die Lage der Kette kann dabei entweder eine vertikale, oder eine horizontale, oder eine geneigte sein; sie ist in der Regel nahezu horizontal, selten vertikal. — Da die Kette die Länge des Gewebes bestimmt und diese gewöhnlich sehr beträchtlich ist, nämlich oft 50 m. überschreitet, so ist wohl nur in den seltensten Fällen die Möglichkeit geboten, die ganze Kette der ganzen Länge nach auszuspannen. Als Regel ist anzunehmen, dass der frei ausgespannte Theil etwa 1,5 bis 2,5 m. lang ist.

Zur Unterbringung des Restes dient dann eine Walze, auf welche die Kette aufgewickelt wird, und von der sie sich in demselben Masse abwickelt, in dem man sie verarbeitet — in Gewebe verwandelt. — Da jedoch das fertige Gewebe ebenfalls der bedeutenden Länge wegen nicht ausgespannt bleiben kann, so wird auch dieses in der Regel aufgewickelt. Die einfachste Vorrichtung zum Ausspannen der Kette besteht demnach aus zwei parallel liegenden Walzen (Bäumen, Ensouple, Enselle, *Beam*, *Roller*), wovon die eine die Kette trägt (Kettenbaum[1]), Garnbaum, Hinterbaum, in der Seidenweberei Seidenbaum, Ensouple de derrière, *Warp beam*, *Yarn-roller*, *Yarn-beam*) und die zweite das fertige Gewebe aufnimmt (Zeugbaum, Warenbaum, Vorderbaum auch Leinwandbaum und Tuchbaum, Ensouple de devant, *Cloth-beam*). Im Verlaufe der Arbeit wird der Kettenbaum durch das Abwickeln der Kette fortwährend dünner und der Zeugbaum steigernd dicker. Hierdurch entsteht bei der eben angegebenen einfachen Anordnung der Uebelstand, dass die Kette immer mehr in eine schiefe Lage geräth und dass der Zeugbaum bald ungebührlich viel Raum einnimmt und dadurch dem Arbeiter unbequem wird. Zur Vermeidung dieses Uebels werden daher jetzt fast immer, Fig. 473, die Bäume K und Z tiefer gelegt und Kette k und Gewebe z über zwei besondere Stäbe s, t geführt, welche Streichbäume oder Streifbäume genannt werden und in bequemer Höhe liegen.

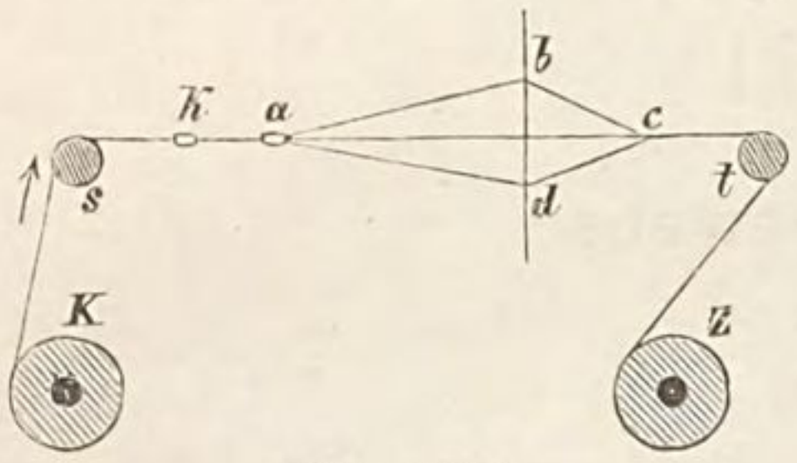


Fig. 473.

Zwischen den Streichbäumen findet nun zunächst die Theilung der Kette Statt. Diese Theilung kann in dreierlei Weise geschehen, entweder erstens durch Aufheben der Fäden, die über dem Schussfaden liegen sollen, oder zweitens durch Niederziehen der Fäden, die unter dem Schussfaden liegen sollen, oder drittens durch gleichartiges Aufheben des einen und Niederziehen des anderen Theils. In dem ersten Falle entsteht über den liegen bleibenden Kettenfäden ac ein dreieckiger Raum, umschlossen von den Fäden ab, bc und ac, welcher den oben erwähnten Spalt oder Schlitz bildet, der allgemein Fach oder Sprung (Pas, *Lease*, *Shed*) und insbesondere Oberfach, Obersprung, Obergelese (Pas d'en haut, *Upper shed*) genannt wird, wenn er aus den liegen gebliebenen Fäden ac und den nach oben gezogenen abc gebildet wird. — Bei der Anwendung des zweiten Falles entsteht das Fach adc unter den liegen gebliebenen Kettenfäden ac und heisst darum Unterfach, Untersprung, Untergelese (Pas d'en bas, *Lower shed*).

Zur Bildung des Faches abc müssen sich ferner die Fäden abc zwischen den Streichbäumen soviel verlängern, als die Differenz abc—ac ausmacht. Da hierbei (bei offener Kette) die Entfernung des Punktes b von der Kette ac (die Sprunghöhe) in der Regel so gross ist, dass die Verlängerung der Fäden der eigenen Ausdehnung derselben nicht überlassen werden darf, so kann sie nur durch ein entsprechendes Abwickeln der Kette von dem Kettenbaum oder des Gewebes von dem Zeugbaum eintreten. Da nun auch das letztere unthunlich ist, weil damit die Stelle für die Kreuzung verlegt wird, so ist also am Kettenbaum eine Einrichtung zu treffen, welche momentan eine kleine Drehung und nach dem Ver-

---

1) Polyt. Centr., 1854. S. 197; 1862. S. 173. — Dingler's Journ., Bd. 131. S. 182; Bd. 150. S. 341; Bd. 163. S. 178.

schwinden des Faches (bei geschlossener Kette) in demselben Masse eine Rückdrehung veranlasst, ohne die Fäden aus ihrer Spannung zu bringen, oder ein nicht gewünschtes Abwickeln derselben zu veranlassen und ohne die Spannung der Fäden zu ändern, weil dadurch Fehler im Gewebe bestehen.

Die Kette erleidet ausser der Bewegung zum Zwecke der Fachbildung (Arbeitsbewegung) noch eine zweite in der Längenrichtung behufs des Verschiebens in dem Masse, in welchem das Gewebe entsteht. Diese Bewegung (Schaltbewegung) erfolgt wie die Arbeitsbewegung in Intervallen und bewirkt gleichzeitig ein Abwickeln der Kette vom Kettenbaum und ein Aufwickeln des Gewebes auf den Zeugbaum. Sie muss stets eintreten, nachdem ein Schussfaden eingebracht ist, — so dass sich ihre Grösse bestimmt nach der Entfernung der Schussfäden —, und mit der grössten Regelmässigkeit vor sich gehen, wenn das Gewebe gleichmässig ausfallen soll, indem eine Veränderung derselben eine ungleiche Entfernung der Schussfäden zur Folge hat. Um dabei die Kette nicht schlaff werden zu lassen und sie auch nicht übermässig zu spannen, müssen beide Bäume sich nicht nur gleichzeitig, sondern auch so drehen, dass die Bewegung des Zeugbaums wegen der Verkürzung der Kette in Folge der Schlingenbildung im Verhältniss dieser Verkürzung kleiner ist, als diejenige des Kettenbaums, welche sich im Ganzen aus zwei zusammensetzt: aus der Abwickelung für die Schaltbewegung und derjenigen für die Arbeitsbewegung.

A. Schaltbewegung.

Die Schaltbewegung[1]) kann der Natur der Kette nach nur durch Zug auf die Fäden von dem Zeugbaum aus unter gleichzeitiger Mitnahme des Kettenbaums oder dadurch erfolgen, dass beide Bäume eine selbstständige, den Verhältnissen angepasste Bewegung erhalten. Diese Verhältnisse bleiben nicht gleich, indem die Radien der bewickelten Walzen sich fortwährend ändern: beim Kettenbaum kleiner, beim Zeugbaum grösser werden und dadurch fortwährend andere Winkelgeschwindigkeiten bedingen. Da ausserdem der Kettenbaum noch eine um die Achse schwingende Bewegung zur Hergabe und Wegnahme der zum Fache erforderlichen Garnlänge machen muss und darum komplizirte Bewegungsorgane fordert, wenn sie selbstthätig wirken sollen, so pflegt man in der Regel dem Zeugbaum die zur Schaltbewegung hinreichende periodische Drehung zu geben und den Kettenbaum durch den Zug der Kette nachzuziehen und zur Regulirung und Sicherung seiner Bewegung nur mit Bremsvorrichtungen auszustatten.

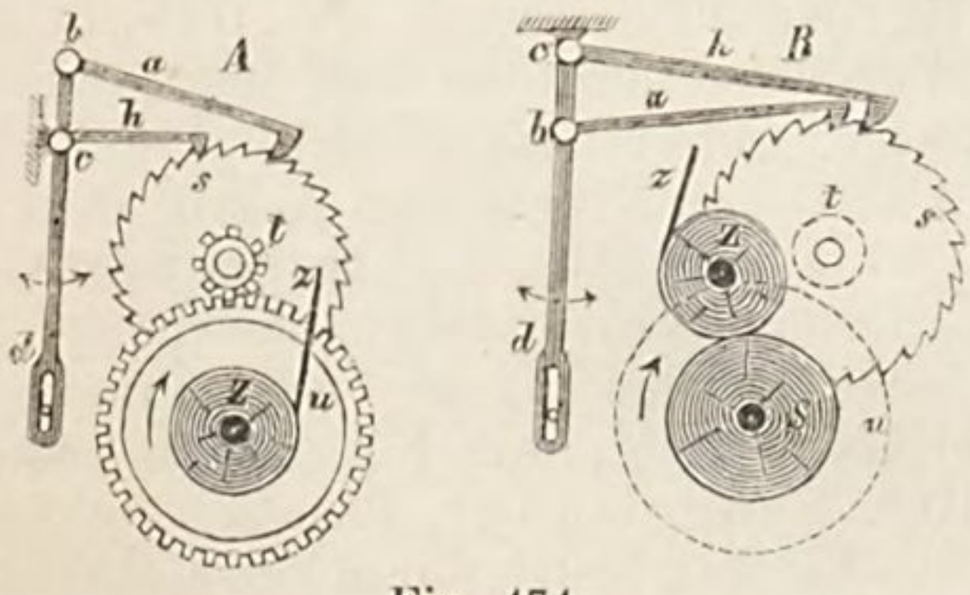


Fig. 474.

Zur Hervorbringung der Zeugbaumbewegung dienen Schaltwerke (Regulator, Weberegulator, Régulateur, *Regulator*), die fast ausschliesslich aus Sperrad mit Sperrkegel oder Schneckenradgetriebe in mancherlei Anordnungen hergestellt werden. Das erstgenannte Schaltwerk besteht in seinem Wesen aus einem Sperrkegel a (Fig. 474 A, B), welcher durch Hebel b c d in Schwingung versetzt wird und je nach der Grösse des Schwingungsbogens

1) Civil-Ing., 1875. S. 615; 1877. S. 145. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1859. S. 345.

das Sperrad s um einen oder mehrere Zähne mitnimmt. In der einfachsten Ausführung überträgt das Sperrad die Schaltbewegung durch Uebersetzungsräder t, u direkt auf den Zeugbaum z. Weil hierdurch die Winkelbewegung konstant bleibt und deshalb die Schaltbewegung allmählich grösser wird, so ist diese Uebertragung nur zulässig bei sehr dicken Bäumen und ordinärem Gewebe. In Fällen, wo die Aufwickelung eine genaue, also die Schaltbewegung konstant bleiben soll, wird die Schaltung gewöhnlich nicht direkt auf den Zeugbaum übertragen (weil bei einer direkten Uebertragung selbstregulirende Mechanismen für die Aenderung der Geschwindigkeit erforderlich wären), sondern dieser nur durch Reibung mitgenommen. Zu dem Zwecke ist dann noch ein besonderer Baum S (Fig. 474 B) vorhanden, der durch die Uebersetzungsräder u, t vom Schaltrad s gedreht wird und auf dem der Zeugbaum, zugleich mit den Zapfen in Schlitzlagern verschiebbar, ruht. Der Sicherung des Mitnehmens wegen wird der Baum S mit Sand bekleidet (Sandbaum) und der Zeugbaum oft mit Gewichten belastet, wie die Streckwalzen Fig. 406, S. 563 oder Fig. 409, S. 569.

Wird ein selbstsperrendes Schneckenradgetriebe angewendet, so sitzt auf dem Sandbaum S statt des Zahnrades u ein Schneckenrad, in welches die Schnecke eingreift, die auf einer Welle befestigt ist, welche nunmehr die Schaltung erhält.

Zwischen Zeugbaum und Kettenbaum erhält die Kette eine gewisse Spannung S, welche in Bezug auf die Achse des Kettenbaums verschiedene Drehmomente Sr, Sr_1, Sr_2 u. s. w. erzeugt, je nach dem Radius r, r_1, r_2, in welchem der Baum bewickelt ist. Soll daher die Spannung S konstant bleiben, so muss ein Gegenmoment geschaffen werden, das sich mit dem Drehmoment ändert. Die zur Hervorbringung des Gegenmomentes angewendeten Bremsvorrichtungen sollten daher stets so konstruirt sein, dass sie den eben gestellten Bedingungen vollständig genügen. Ausserdem aber müssen sie aber noch dem Kettenbaum die Möglichkeit gewähren, um einen gewissen Winkel zu schwingen, dessen Grösse abhängt von der Garnlänge, die zur Fachbildung herzugeben ist, und daher ebenfalls mit der Abnahme des Durchmessers des Kettenbaumes sich vergrössern muss. — Eine sehr einfache, aber unvollkommene Anordnung dieser Bremse besteht (Fig. 475 A) in einem Gewicht G, das an einem, einige Male um den Kettenbaum K geschlungenen Seile hängt und durch ein kleines Gegengewicht g im Gleichgewicht gehalten wird. Indem bei der Drehung des Baumes in der Pfeilrichtung das Gewicht g auf den Fussboden aufstösst und die Schnur schlaff macht, rutscht das Gewicht G weiter, um damit stets von Neuem zum Angriff zu gelangen (Rutschgewicht, Schleifgewicht). — Zur Vermeidung grosser Gewichte verwendet man oft unter Beibehaltung des obigen Prinzips eine Hebelübersetzung, wie Fig. 475 B zeigt (Schneller, Schnellwage, Bascule), welche zugleich den Vortheil bietet, durch Verschiebung des Gewichtes G (Schnellgewicht, Wagegewicht) die Spannung den Verhältnissen anzupassen, was bei der ersten Anordnung nur durch Veränderung des Gewichtes oder der Zahl der Schnurumschlingungen möglich ist. — Die eben genannten Bremsvorrichtungen finden wegen ihrer Einfachheit und trotz ihrer mangelhaften Wirkung die allgemeinste Verwendung,

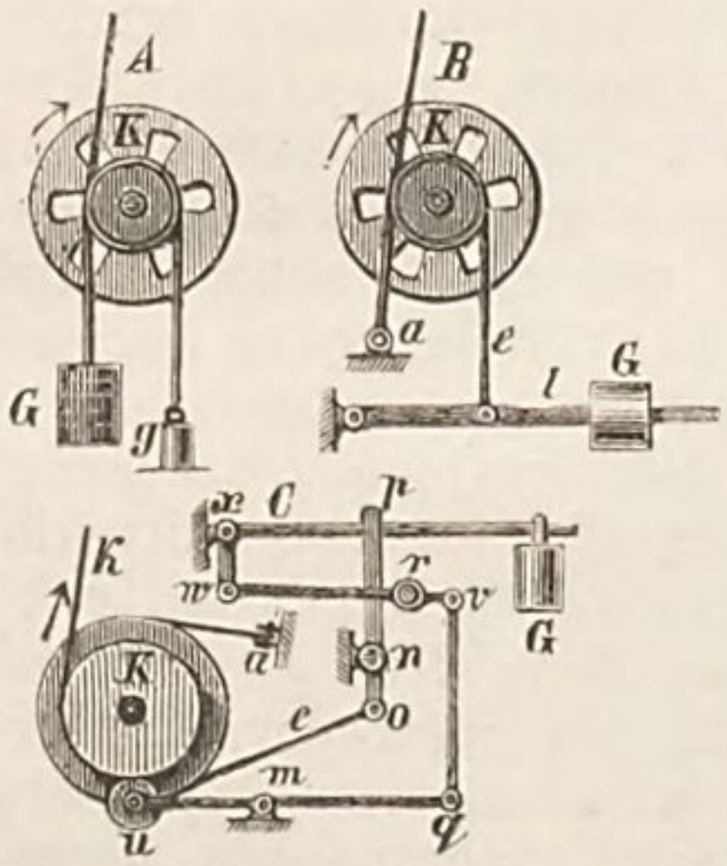


Fig. 475.

wenngleich eine grosse Zahl selbstthätiger Kettenspannapparate (Regulatoren, Garnbaumregulatoren) erfunden worden sind.[1])

Hier mag die Beschreibung einer solchen Vorrichtung mit Hilfe der Fig. 475 C genügen. Um die Bremsscheibe des Kettenbaumes K legt sich das Bremsband a e o, welches in a festgehalten und bei o mit einem Hebel o n p verbunden ist, auf den das Gewicht G vermittelst des Winkelhebels x w und der Zugstange w v durch die Rolle r einwirkt. Je näher diese Rolle r dem Drehpunkt n des Hebels o n p liegt, je geringer ist die Bremsung. Da die letztere nun mit der Abnahme des Kettenbaumdurchmessers ebenfalls abnehmen muss, so wird hier dieser letztere zur Regulirung benutzt. Gegen die Oberfläche der Garnbaumbewickelung lehnt sich eine Rolle u, welche an dem um m drehbaren Hebel u m q sitzt und durch ein mit q verbundenes Gewicht genügend angedrückt wird. Das Hebelende q ist nun durch die Stange q v mit der Zugstange w v verbunden. Deshalb wird der Angriffspunkt der Rolle r durch die Stellung der Rolle u bedingt und zwar in der Weise, dass das Bremsmoment mit dem Kettenbaumdurchmesser wächst und abnimmt.

B. Arbeitsbewegung.

Wie bereits oben bemerkt, kann die Oeffnung der Kette durch die Bildung eines Oberfaches oder eines Unterfaches oder dieser beiden geschehen. Im ersteren Falle werden die nicht gezwungen bewegten Fäden durch das Nachgeben des Kettenbaumes schlaff, hängen sich in das Fach hinein (machen ein unreines Fach) oder verwirren sich. Darum ist es Regel, das Fach aus Ober- und Unterfach herzustellen oder wenigstens die nicht zum Fach dienenden Fäden durch angehängte Gewichte etc. zu spannen.

Um die Arbeit der Fachbildung möglichst zu beschleunigen, müssen sämmtliche Fäden, die bewegt werden sollen, gleichzeitig bewegt werden, was man am einfachsten dadurch erreicht, dass man diejenigen Fäden, welche zusammengehörend stets gleiche Bewegung ausführen, mit einem bewegenden Mittel verbindet. Dies bewegende Mittel muss so beschaffen sein, dass es der Schaltbewegung der Kette kein Hinderniss bietet, die genau senkrechte Hebung beziehungsweise Senkung in erforderlicher Grösse sichert, die Kreuzung der Kettenfäden, — die zu dem Zwecke in senkrechten Ebenen nebeneinander vorbei gehen —, zulässt und die Fäden nicht übermässig spannt.

1) **Arbeitsbewegung der Kette durch Schäfte und Tritte.** Allen diesen Bedingungen wird Genüge geleistet, wenn man jeden Faden durch einen Ring zieht, der in einer Schnur sitzt, welche eine gesicherte Auf- und Niederbewegung erhält und dann diejenigen dieser Schüre vereinigt, welche Kettenfäden aufgenommen haben, die gleiche Bewegung erhalten müssen. —

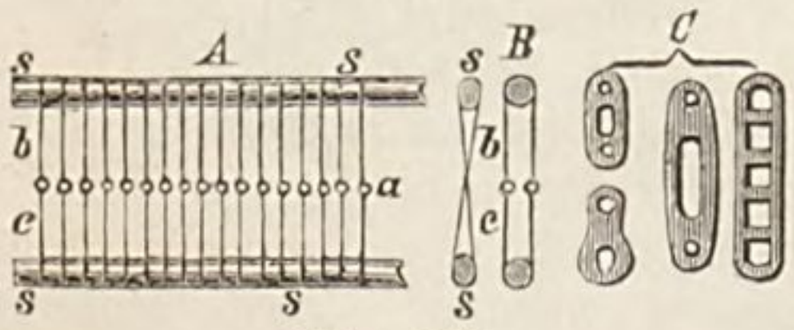


Fig. 476.

Das eigentliche Werkzeug zur Fachbildung, welches der Schaft oder Flügel (Lame, Lisse, Lamette, *Leaf*) genannt wird, besteht demnach (Fig. 476 A, B) aus den Ringen a, welche in dünnen Schnüren b c (Litzen, Helfen, Lisses, Mailles, *Heddles*, *Heads*) sitzen, die in grösserer Zahl nebeneinander zwischen zwei Latten s (Stäbe, Lisserons, *Shafts*) eingespannt sind, die nun ihrerseits die Bewegung ausführen. — Die Ringe in den Schäften

1) Civil-Ing., 1875. S. 615; 1877. S. 145. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1864. S. 5. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1859. S. 345. — Prakt. Masch.-Constr., 1875. S. 258. — Publ. ind., V. 7. S. 308. — Polyt. Centr., 1853. S. 1292; 1854. S. 1431; 1856. S. 807; 1861. S. 250, 300; 1863. S. 330, 778; 1875. S. 1060. — Dingler's Journ., Bd. 172. S. 413; Bd. 176. S. 189; Bd. 184. S. 30; Bd. 208. S. 20.

werden entweder durch Schleifen gebildet, die in die Litzen geknüpft werden (Schleife, Auge, Häuschen, Schlick, Oeilles, Boucle, Coulisse, *Eye*) oder sie bestehen aus kleinen Ringen (Auge, Zeugringel, Maillon, Ringel, Maillon, Boucle, *Mail*), Fig. 476 C, die aus Draht zusammengedreht, aus Metallblech (Kupfer, Messing, Eisen, Zink) ausgestossen oder aus Glas vor der Glasbläserlampe gemacht werden und gewöhnlich mit 3 Löchern versehen sind, wovon das mittlere zur Aufnahme des Kettenfadens, die beiden anderen zur Befestigung der Litzen dienen. Sind die Maillons nur zur Bildung eines Faches bestimmt, so genügen zwei Löcher Fig. 476, während sie in manchen Fällen zur Aufnahme mehrerer Kettenfäden (Säckchen) 2 bis 12 Löcher erhalten. Die Grösse der Maillons richtet sich nach der Feinheit des Gewebes und kommt daher in etwa 12 Abstufungen, 6 bis 21 mm. lang und 2 bis 10 mm. breit, vor. — Die Litzen müssen, damit sie die Kettenfäden nicht zu sehr reiben, möglichst dünn sein. Man verfertigt sie daher entweder aus Leinenzwirn (Litzenzwirn, welcher der Glätte und Festigkeit wegen mit Leinölfirniss getränkt wird) oder aus gezwirnter Seide oder neuerdings aus verzinntem Eisendraht. In letzterem Falle werden zwei dünne Drähte so zusammengedreht, dass sie in der Mitte eine Oese als Auge lassen (Drahthelfen, Drahtlitzen)[1]), welches durch Verzinnung glatt und rund gemacht wird. Die Litzen werden sodann (Fig. 476 A) mit ihren Enden auf Latten befestigt, so dass sie in regelmässigen Abständen von einander liegen und eine Länge annehmen, welche der Breite des Gewebes entspricht. Ist die Zahl der Kettenfäden gross und liegen letztere nahe bei einander, so werden die Litzen zweckmässig so angeordnet, dass sie zwei Reihen bilden, Fig. 476 B (geschränkte Litzen, verschränkt aufgeschlagene Litzen).

Die Bewegung der Schäfte erfolgt abwechselnd nach oben und nach unten. Um diese Bewegung von einer Stelle aus leicht und bequem ausführen zu können, werden die Schäfte fast ohne Ausnahme mit Hebeln oder Hebelkombinationen in Verbindung gebracht, welche durch Kraftorgane den Antrieb erhalten, die theils unter, theils neben, theils über den Schäften liegen und deren Zahl sich nach denjenigen der Schäfte richtet. Zur Bestimmung dieser Zahl dient die Konstruktion des Gewebes und der oben aufgestellte Satz: dass die sich stets gemeinschaftlich bewegenden Kettenfäden in einen Schaft eingezogen werden können. Daraus ergiebt sich, dass zu einem glatten Gewebe S. 671 zwei Schäfte erforderlich sind (einer für sämmtliche graden, der zweite für sämmtliche ungraden Fäden), da je eine Hälfte der Kettenfäden stets zusammen bleibt und in einen Schaft vereinigt sein können.

Bei einem dreitheiligen Köper S. 672 sind es die Fäden 1, 4, 7, 10 etc.; 2, 5, 8, 11 etc. und 3, 6, 9, 12 etc., die zusammenbleiben; bei einem viertheiligen die Fäden 1, 5, 9, 13 etc.; 2, 6, 10, 14 etc.; 3, 7, 11, 15 etc., 4, 8, 12, 16 etc. Der 3bindige Köper verlangt also drei, der 4bindige vier, der 5bindige fünf Schäfte, also allgemein der n bindige n Schäfte zur Theilung der Kette, weshalb die verschiedenen Köpergewebe auch dreischäftig, vierschäftig u. s. w. genannt werden. — Die Hebung und Senkung vertheit sich auf die Schäfte derart, dass stets nur ein Theil der Schäfte nieder geht, während der Rest sich hebt. Daher liegt es nahe, die Anschnürung der Schäfte (das Gehänge) und ihre Verbindung mit den Hebeln das Geschirr (Werk, Zeug, Kamm, Remise, Equipage, Har-

1) Deutsch. Ind.-Zeit., 1868. S. 19 u. 367. — Polyt. Centr., 1861. S. 907; 1868. S. 1297. — Dingler's Journ., Bd. 160. S. 352; Bd. 187. S. 178.

nais, Remise, Jeu, *Mounting*) so anzuordnen, dass die Bewegung der niedergehenden diejenige der aufsteigenden mit hervorruft (Gegenzug).

Zu dem Zwecke werden zwei Schäfte in einfachster Weise so aufgehängt, wie Fig. 477 I mit Fig. 479 erkennen lässt. Zwei Riemen a a, welche über zwei Rollen r r laufen, sind mit ihren Enden an den Schäften 1, 2 befestigt.

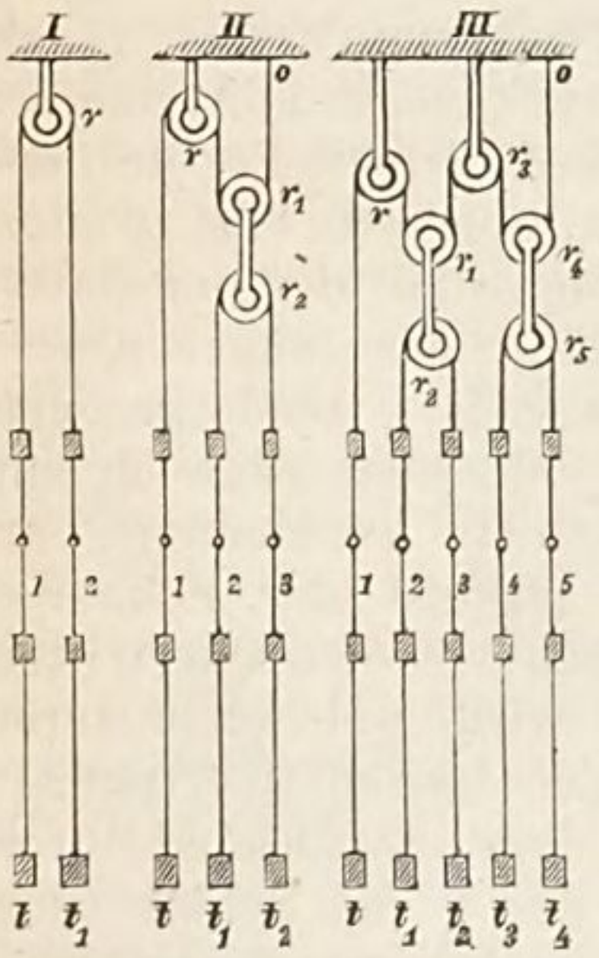


Fig. 477.

Um drei Schäfte mit Gegenzug aufzuhängen, ist (Fig. 477 II) eine feste Rolle r und eine Art Flaschenzug r_1 r_2 nothwendig. Der Schaft 1 hängt ebenfalls (Fig. 479) an zwei Riemen, welche über die festen Rollen r laufen, unter r_1 durchgehen und bei o befestigt sind. Indem nun die Riemen der Schäfte 2 und 3 über die Rollen r_2 gehen, erkennt man leicht, dass das Niedergehen eines Schaftes in Folge des dadurch ausgeübten Zuges das Aufziehen der anderen bewirkt.

Wie endlich durch Wiederholung dieses Prinzips eine grössere Zahl Schäfte mit Gegenzug aufgehängt werden kann, zeigt ohne weitere Erklärung Fig. 477 III an fünf Schäften.

Die Hebel, welche die Schäfte in Bewegung setzen sollen, werden entweder durch Menschenkraft oder durch Elementarkraft angetrieben und zwar direkt oder indirekt. Die Menschenkraft kommt dabei ausschliesslich direkt zur Wirkung und zwar selten anders, als durch das Gewicht des Arbeiters, zu welchem Zwecke die Hebel so anzuordnen sind, dass der Arbeiter (Weber, Tissérand, *Weaver*) sein Gewicht bequem auf die Hebel übertragen kann. Sie sind darum gewöhnlich unter den Schäften gelegen, damit sie vom Weber mit den Füssen getreten werden können, weshalb sie Tritte (Fusstritte, Fussschämel, Schämel, Marches, Pédales, *Treadles*, *Treddles*) heissen und als einarmige Hebel konstruirt sind. — Selten werden sie über den Schäften angebracht und durch Ziehen bewegt. — Die Tritte können nun

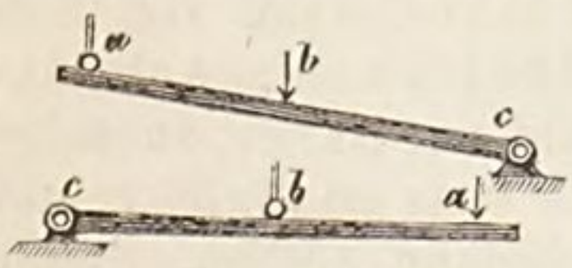


Fig. 478.

entweder so liegen, dass Fig. 478 die Kraftaufnahme am Ende bei a, die Drehung des Hebels um e und das Niederziehen des Schaftes zwischen a und c bei b oder, dass Fig. 478 die Kraftaufnahme zwischen a und c bei b und das Niederziehen des Schaftes am Ende bei a erfolgt. Tritt der Weber auf das Ende a (Kopf), so wirkt er an einem grösseren Hebelarm, als wenn er bei b auf den Rücken tritt und gebraucht weniger Kraft; allein beim Treten auf den Rücken hat der Fuss einen kürzeren Weg zu beschreiben, den Tritt besser in der Gewalt und kann das Schwanken leichter vermeiden.

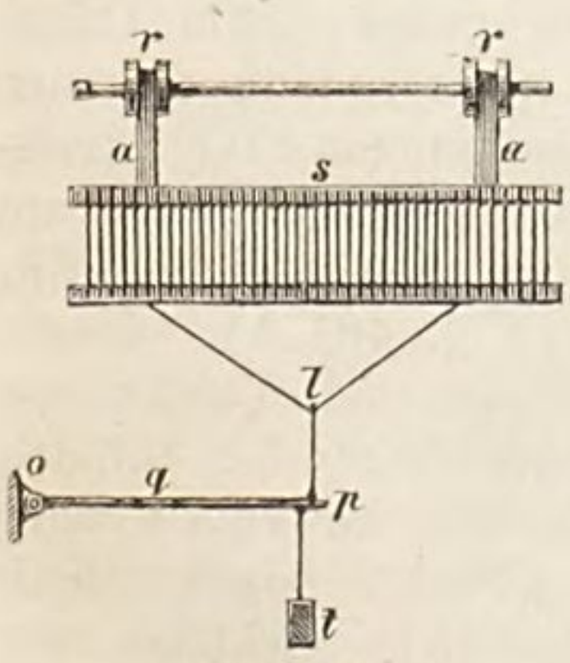


Fig. 479.

Zur Verbindung der Tritte mit den Schäften dienen in der Regel Schnüre. Dieselben sollen Tritte und Schäfte so vereinigen, dass die letzteren sich möglichst sicher bewegen und nicht schwanken, weshalb eine direkte Anschnürung verwerflich ist. Vielmehr soll durch Anbringung einer Parallelführung diese Sicherheit hervorgebracht werden. Das kann in einfachster Weise durch Anbringung einer querstehenden Führungsstange q (Fig. 479) geschehen, welche um o

schwingt und bei p die Schaftschnur aufnimmt, die zugleich mit dem Tritt t befestigt ist. Mitunter, namentlich bei breiten Geweben und schweren Ketten, werden diese Führungsstangen (Quertritte, Contremarches, Bacus, Carquerons, *Marches*) so angeordnet, dass beim Treten ein für den Weber günstigeres Moment (grösserer Hebelarm) und zugleich auch eine Aufhängung der Schäfte an Hebeln entsteht, welche den Namen Kontermarsch[1]) (auch Tümmler, Obertritt, Wippe, Bricoteau, Abricoteau, *Couper*) führt und bei zwei Schäften in vollkommenster Anordnung so kombinirt ist, wie Fig. 480 erkennen lässt. Der Schaft 1 hängt an den Quertritten a a, welche an dem zweiten

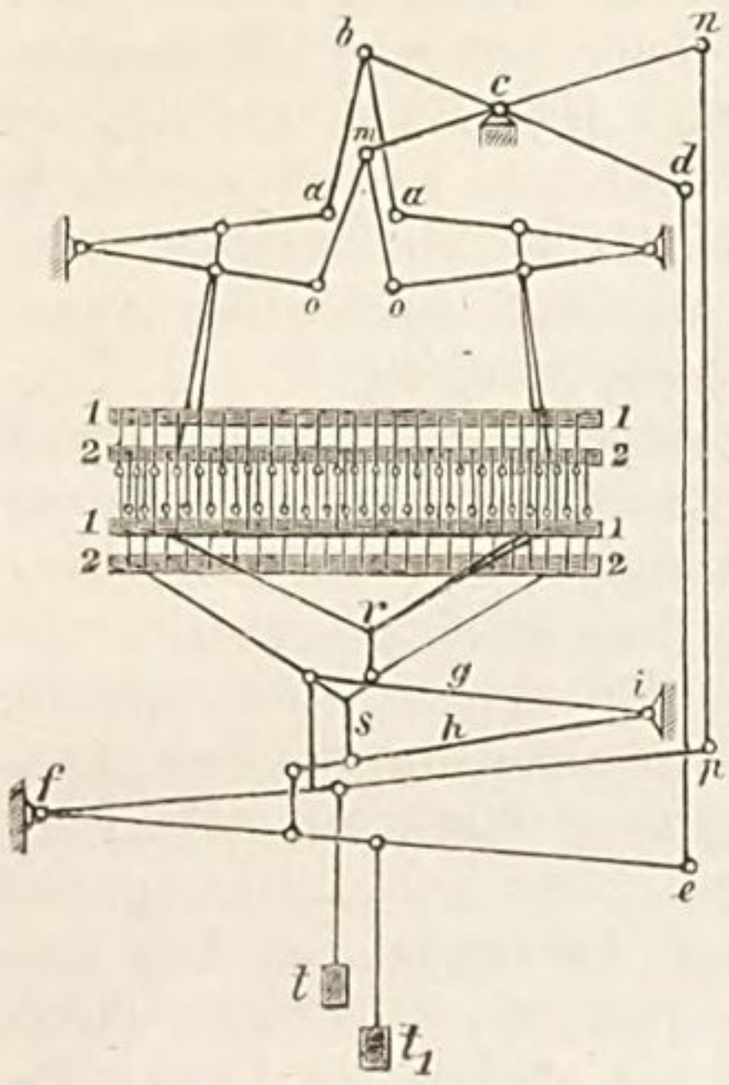


Fig. 480.

Quertritt b c d angebunden sind, der nun durch die Schnur d e vermittelst des langen Quertrittes e f und des Schämels t_1 niedergezogen wird. Der Schämel t_1 steht aber zugleich mit dem unteren Quertritt h in Verbindung, an welchen der Schaft 2 mittelst der Schnur s angeschnürt ist, der oben von den Quertritten o o und m c n getragen wird, welcher letzterer wieder durch n p und den langen Quertritt p f mit t verbunden ist, so dass abwechselnd durch Treten der Schämels t und t_1 die Schäfte sich gleichzeitig entgegengesetzt bewegen. — Einfacher gestaltet sich der Kontermarsch, wenn die 4 oberen Quertritte a_1 a, o_1 o wegbleiben und die Schäfte direkt an b und m angeschnürt werden.

Bei der Bildung des Faches ist wesentlich dafür zu sorgen, dass die Bewegung der Schäfte zur Schonung der Litzen und Kettenfäden ohne Stoss geschieht und dass das Fach so lange vollständig offen bleibt, bis das Eintragen eines Schussfadens stattgefunden hat. Da man nun unrunden Scheiben (Herzscheiben und Nuthenscheiben) am leichtesten eine Form geben kann, welche bei ihrer Einwirkung auf Hebel etc. obige gesetzmässige Bewegung bewirkt, so werden unter Anwendung von Elementarkraft fast ausschliesslich solche Patronenscheiben als Antriebsorgane verwendet. Um die Stosswirkung zu vermeiden, ist es zunächst

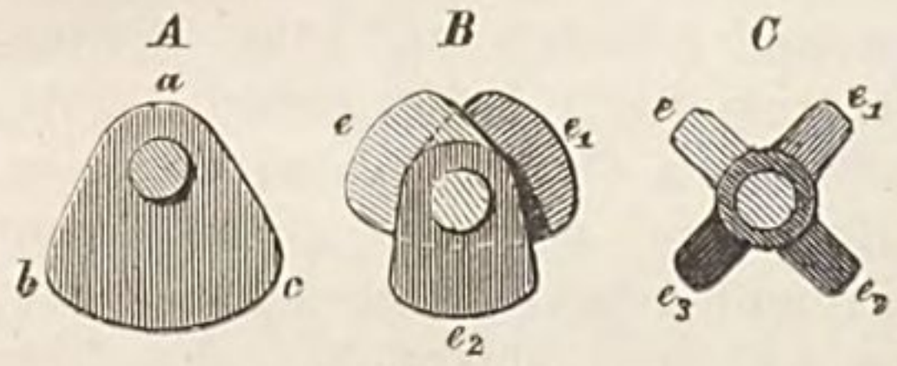


Fig. 481.

rathsam, die Tritte stets an die Exzenter anzudrücken und sodann nöthig, diesen eine Form für langsame Geschwindigkeitsänderungen zu geben; zum Offenhalten des Faches muss sodann das sich stetig drehende Exzenter ein Stück kreisförmig (zylindrisch) verlaufen. Daraus ergiebt sich dann für gewöhnliche Fälle als zweckmässige Form ein rundes Dreieck a b c (Fig. 481 A), dessen Seite c b konzentrisch zur Drehachse liegt, das aber manchen Variationen z. B. Fig. 481 B und C unterworfen ist, je nach der Zahl der Schäfte, welche mittelst ebensoviel Exzentern von einer Welle aus bewegt werden sollen, weil sämmtliche Antriebsscheiben im Kreise gleichmässig vertheilt sein müssen, so dass stets allein die Exzentrizität einer Scheibe zum Heben eines Schaftes zur Wirkung kommt. — Ausser den Patronenscheiben

1) Berliner Verh., 1842. S. 199.

sind noch mancherlei Antriebsorgane vorgeschlagen, aber nicht dauernd in Anwendung gekommen.[1])

Die Hebel, auf welche der Antrieb erfolgt, können sowohl bezüglich der Art ihrer Verbindung mit den Schäften, als auch bezüglich ihrer Lage sehr verschieden angeordnet sein. Ist ihre Zahl klein, z. B. 2, so liegen sie gewöhnlich unter den Schäften und sind in gleicher Weise damit verbunden, wie die Tritte Fig. 480. Ist aber die Zahl der sich verschieden bewegenden Schäfte grösser, so pflegt man jedem Schaft, also auch jedem Tritt (Hebel), eine von den andern Tritten unabhängige Bewegung zu ertheilen und zwar dabei entweder nur eine Bewegung des Schaftes durch das Exzenter und die zweite durch Gewichte,. Federn etc. oder beide Bewegungen durch Exzenter ausführen zu lassen. Zugleich erhalten dann, der bequemeren Anbringung und Uebersicht wegen, die Schämel oft ihre Lagerung seitwärts und eine Schwingung in einer Vertikalebene, die entweder der Kette oder den Schussfäden parallel liegt. Mancherlei Rücksichten auf das herzustellende Produkt (ob es leicht oder schwer, breit oder schmal u. s. w.) fordern besondere Konstruktionen[2]), so dass die Zahl der Mechanismen für die Geschirrbewegung sehr gross ist. Hier mögen daher nun folgende als die wichtigsten zur näheren Erläuterung des Obigen dienen. Fig. 482 zeigt eine Anordnung für zwei Schäfte, bei welcher die Antriebs- oder Schaft-Welle A parallel den Schussfäden liegt und mit zwei Exzentern e und e_1 versehen ist, welche zur Verminderung der Reibung auf Rollen der Tritte t und t_1 einwirken. Die Schäfte s und s_1 hängen an Lederriemen $r r_1$, welche an Scheiben u befestigt sind, so dass diese bei der Bewegung der Schäfte mitschwingt und einen Gegenzug veranlasst. — In Fig. 483 erkennt man ebenfalls eine Hauptwelle A mit Exzentern e und Tritten t, t_1, von welchen aus die Schäfte s, s_1 vermittelst Hebel h, h_1 in Thätigkeit gesetzt werden. Indem jeder der hier vorhandenen drei Schäfte einen eigenen Hebel hat und nicht mit den anderen verbunden ist, bewegt er sich auch von diesen unabhängig, wobei eine Feder F den Gegenzug bewirkt. — Eine dritte Anordnung (mit einer Antriebswelle quer gegen die Kettenfäden und Tritten parallel zur Kette) lässt sich aus Fig. 482 herleiten, wenn man statt der abhängigen Aufhängung eine unabhängige dadurch anbringt, dass man die Schäfte s und s_1 statt unter sich, mit Federn (Fig. 483) oder Gegengewichten verbindet. — Endlich ist in Fig. 484 eine Konstruktion gezeichnet, bei welcher die Welle ebenfalls parallel der Kette liegt und durch die Exzenter φ die Tritte t in Bewegung setzt, die aus zweiarmigen, um o drehbaren, aufrecht gelagerten Hebeln bestehen und durch je zwei Schnüre oder Ketten r und r_1 mit den Schäften verbunden sind. Die Schnüre r werden über Rollen u u nach dem oberen, die Schnüre r_1 nach dem unteren Stab des

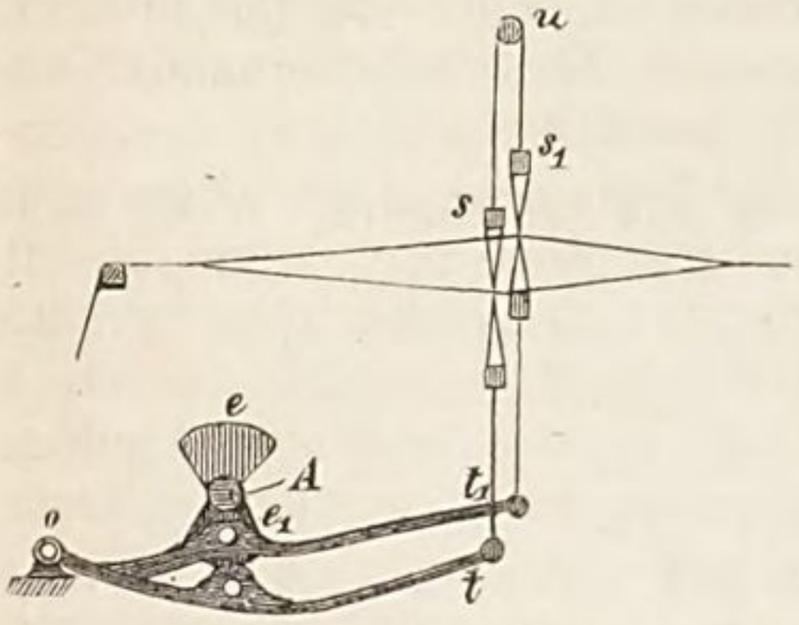


Fig. 482.

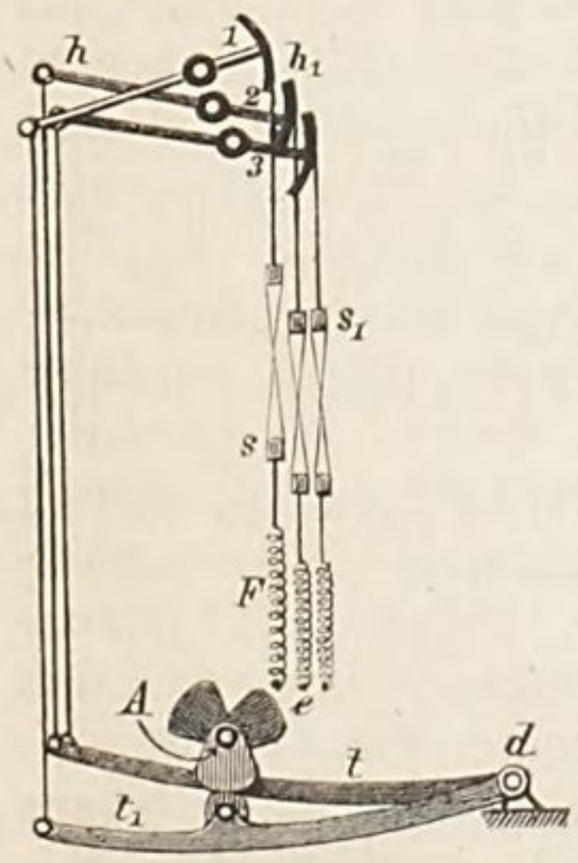


Fig. 483.

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1870. S. 243. 2) Wollengewerbe, 1875. S. 3 u. s. w.

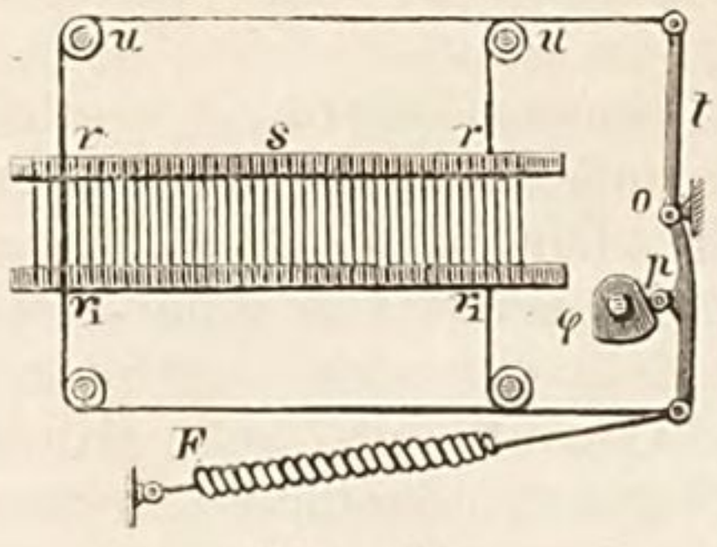


Fig. 484.

Schaftes geführt, so dass dieser von dem Tritt sowohl gehoben als niedergezogen wird, und zwar mit gleichzeitiger genauer Parallelführung. Eine Spiralfeder F presst die Trittrolle p stetig an das Exzenter φ an und veranlasst dadurch die Hebung der Schäfte und einen sanften Gang. Auch bei dieser Anordnung ist die Bewegung der Schäfte gegenseitig unabhängig. Ausserdem hat sie den Vortheil, dass sie bequem zu übersehen und in grosser Zahl nebeneinander angebracht werden kann.[1])

2) **Arbeitsbewegung der Kette durch Schäfte und Zugschnüre.** Wenn zwar bei der unabhängigen Bewegung der Schäfte die Möglichkeit geboten ist, jeden Schaft für sich in Thätigkeit zu setzen und durch eine richtige Reihenfolge in der Hebung und Senkung der Schäfte ein bestimmtes Gewebe auch von grösserem Schusswechsel zu erzeugen, so tritt doch andererseits in denjenigen Fällen, wo zur Bildung einer Figur eine grössere Anzahl verschiedener Hebungen nöthig sind und die Figur sich über eine grössere Zahl Kettenfäden erstreckt, also die Herstellung des Gewebes eine grosse Zahl Tritte und Schäfte fordert, bald die Grenze ein, bei welcher die Verwendung der Tritte und Schäfte nicht mehr möglich ist, namentlich deshalb, weil diese Theile einen ungebührlichen Raum einnehmen würden. Ist ein Schaft z. B. nur 10 mm. dick, so ist zur Unterbringung und freien Bewegung von 50 Schäften bereits ein Raum erforderlich, der mehr als 500 mm. Breite beziehungsweise Länge hat und sich für die Tritte mindestens auf 1,5 m. erhöhen muss, wenn dieselben noch bequem zugänglich sein sollen. Hiezu tritt sodann noch der Umstand, dass bei der grossen Zahl von Schäften oder Tritten leicht die Uebersicht über die Fäden verloren geht, das Hinzukommen zu den einzelnen Litzen sehr erschwert wird, dass sich die Schäfte schwer bewegen, bei gleicher Hubhöhe ein unreines Fach bilden und oft so wenig Fäden erhalten, dass die Verwendung eines Schaftes überhaupt überflüssig erscheint. Nichtsdestoweniger kann man die Zahl der Schäfte wohl auf 30 bis 40 bringen,[2]) wenn man statt der grossen Zahl der Tritte, welche besonders die genannte Unbequemlichkeit verursachen, Bewegungsmittel anwendet, die zu ihrer Handhabung leichter zugänglich sind als Tritte.

Es liegt bei der Aufsuchung solcher Bewegungsmittel nahe, die Schäfte einfach an Schnüren aufzuhängen und diese so anzuordnen, dass man sie einzeln leicht finden, mit der Hand fassen und ziehen kann, um den betreffenden, an dieser Schnur befestigten Schaft zu bewegen, wobei es selbstverständlich unbenommen bleibt, als Zwischenmittel noch Hebel, Rollen etc. einzuschalten. — In der That beruhen auf diesem Gedanken eine Anzahl von Schaftbewegungsvorrichtungen, deren Wesen darin besteht, dass jeder Schaft durch Ziehen an einer Schnur mit der Hand nach oben bewegt wird (Zugstuhl, Métier à la tire, *Draw loom*). Namentlich waren früher zwei Konstruktionen dieser Art gebräuchlich, wovon die eine Kegelzug, die andere Zampelzug genannt wurde.

Im Kegelzug (am Kegelstuhl, Métier à boutons, *Button draw-loom*) hängt jeder Schaft mit seinem oberen Stabe an einer Schnur (Korde, Corde, *Cord*), welche ein Stück vertikal aufwärts und dann auf grössere

---

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1871. Taf. 10. 2) Deutsch. Ind.-Zeit., 1865. S. 61. — Polyt. Centr., 1865. S. 178.

Länge (3 bis 4 m.) horizontal verläuft, indem sie über Rollen oder Glasstäbe geführt wird, um sodann mit dem anderen Ende an einem Punkt der Zimmerwand oder einem horizontalen Balken befestigt zu werden. An passender Stelle hängt von dieser Schnur eine zweite daran angebundene Schnur (Hauptbransche, Halsschnur, Colle-Schnur, Collet) vertikal abwärts. Indem nun diese Hauptbransche niedergezogen wird, legt sich die horizontale Schnur in einen Winkel und zieht den daran befindlichen Schaft aufwärts. Zum bequemen Anfassen sind die Hauptbranschen mit einem hölzernen Knopf (Kegel, Bouton, *Button*) versehen, und damit sie nicht in Unordnung gerathen, durch Löcher eines Brettes geführt, welches Halsbret (Colle Bret, Planche de collets) genannt wird. Da ferner die Gesammtheit der horizontal liegenden Schnüre der Schwanz (*Tail*) heisst, so wird auch wohl jede einzelne Schnur als Schwanzkorde (*Tail cord*) bezeichnet. Es ist hierbei leicht einzusehen, dass man durch gleichzeitiges Ziehen mehrerer Hauptbranschen auch mehrere Schäfte gleichzeitig heben kann und so die Möglichkeit einer weiteren Abwechslung in der Hebung der Kettenfäden besitzt.

Der Zampelzug (Zampel, Zempel, Sempel, Xemple, Semple, *Simple*) unterscheidet sich von dem Kegelzug wesentlich nur darin, dass die Hauptbranschen nicht frei hängen, sondern nebeneinander mit dem unteren Ende am Fussboden befestigt, also in einer Vertikalebene ausgespannt sind. Sie heissen in dieser Anordnung Zampelschnüre oder Zampelkorden und bewegen, indem sie aus der Vertikalebene herausgezogen werden, die Schwanzkorden und die Schäfte, wie der Kegelzug.

3) **Arbeitsbewegung der Kette durch Schäfte und Platinen.**[1]) Bei näherer Betrachtung des Kegel- oder Zampelzuges kommt man leicht zu der Ueberzeugung, dass beide durch die zahlreich ausgespannten Schnüre auch vielen Raum einnehmen, dass zum Regieren derselben eine besondere Person (Ziehjunge) erforderlich ist, die mit grosser Aufmerksamkeit verfahren und Fehlgriffe durchaus vermeiden muss, wenn keine Fehler im Gewebe entstehen sollen, und dass sie demnach nur in geringem Grade dem genannten Uebel Abhilfe zu schaffen im Stande sind.

Die Bewegung der Schäfte lässt sich aber auch offenbar dadurch erreichen, dass man sie in der Reihenfolge, in welcher sie zum Zwecke der Fachbildung bewegt werden müssen, einzeln vorübergehend mit **einem** sich gesetzmässig bewegenden Zugorgan in und ausser Verbindung bringt. — Da das in diesem Falle zur Verbindung erforderliche Mittel nur den Widerstand des Schaftes zu überwinden hat, und demnach aus einer dünnen Schnur oder einem Drahte gebildet werden kann, und da das Zugorgan ebenso gut in nächster Nähe der Schäfte seine Aufstellung erhalten kann, wie bei den gewöhnlichen Tritten, so folgt daraus, dass bei Ausführung dieses Prinzips die bewegenden Theile sehr wenig Raum in Anspruch nehmen, demnach auch leicht zu übersehen sind und weniger in Unordnung gerathen können, dass also alle diejenigen Uebelstände, welche die Anwendung des Kegel- und Zampelzuges beschränkt, in Wegfall kommen, wenn Anordnungen getroffen werden, welche in möglichst einfacher Weise die Herstellung und Aufhebung der Verbindung zwischen Schaft und Zugorgan herbeiführen.

Unter den zahlreichen Mitteln, welche zur Verbindung des Schaftes mit dem Zugorgan anzuwenden wären, steht als das einfachste ein haken-

---

1) F. Kohl, Geschichte der Jacquard-Maschine. Berlin 1873.

artiger Körper, welcher mit dem Schaft fest verbunden ist und dessen Haken sich über ein entsprechend geformtes Zugorgan legt, fast ausschliesslich in Gebrauch. Derselbe hat den Namen Platine (Haken, Hebekaken, Schwinge, Touchette, Crochet, *Lifter*) erhalten und wird gewöhnlich entweder aus einem Stäbchen von zähem Holze oder aus Eisendraht hergestellt, woraus sich die zwei gebräuchlichsten Formen Fig. 485 A und B ergeben, von denen bei speziellen Ausführungen die Platinen oft zwar abweichen, aber mit denen sie in dem Grundprinzip doch übereinstimmen. — Die Verbindung der Platinen mit den Schäften erfolgt durch Schnüre s (Platinenschnüre, Schaftschnüre, Korden) und kann in derselben Mannigfaltigkeit stattfinden, wie diejenige zwischen Schäften und Tritten. Zunächst ist bezüglich der örtlichen Lage eine Verschiedenheit möglich, je nachdem die Platinen über, unter oder neben den Schäften angebracht werden, und dann sind betreffs der Anschnürung zwei Fälle zu unterscheiden, ob nämlich allein durch Hebung oder Senkung eines Schaftes nur ein Oberfach, beziehungsweise Unterfach oder durch Bewegung sämmtlicher Schäfte ein ganzes Fach gebildet werden soll.

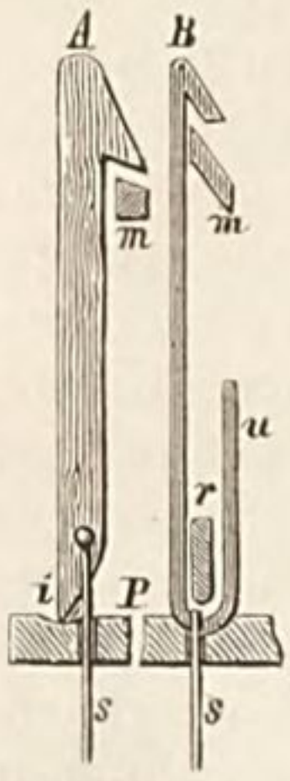


Fig. 485.

Wenn die Platinen, vorerst unter der Annahme, dass sie nur gehoben werden sollen, in einer Reihe so nebeneinander gestellt sind, dass sämmtliche Haken nach einer Seite liegen, so giebt es kein einfacheres Mittel zur Hebung derselben, als eine Schiene m, Fig. 485, welche sich unter die Haken legt und sich damit aufwärts bewegt. Da zugleich bei der Bewegung der Schiene m alle diejenigen Platinen in Ruhe bleiben müssen, welche ausser dem Bereich dieser Schiene sich befinden, so ist ersichtlich, dass es neben der Bewegung der Schiene m nur einer Vorrichtung bedarf, welche die Platinen rechtzeitig aus dem Bereich der Schiene bringt, um vermittelst **eines** Zugorgans abwechselnd die gesetzmässige Bewegung der Schäfte auszuführen, also das oben erwähnte Prinzip zu verwirklichen. Die Einfachheit, welche der aus den Elementen Platine und Hebemaschine zusammengesetzte Apparat besitzt, hat demselben nicht nur unter allen Vorrichtungen zum Heben einer grösseren Anzahl von Schäften den ersten Rang verschafft, sondern noch eine sehr viel weiter gehende Verwendung gegeben, wie später gezeigt werden wird.

Die Wirkung des Apparates lässt leicht erkennen, dass auch hier zwei Bewegungen zur Thätigkeit desselben erforderlich sind, die Hebung der Schiene mit den eingehakten Platinen und die seitliche Verschiebung der letzteren: dass also eine Arbeitsbewegung und eine Schaltbewegung vorhanden ist. Es liegt in der Natur der Sache, dass die Hebeschiene ausschliesslich die Arbeitsbewegung und die Platine die Schaltbewegung erhält. Die letztere kann, abgesehen von der unpraktischen Schaltung durch Drehung der Platinen, in zweierlei Weise zur Ausführung gelangen. Entweder liegen die Platinen während der Ruhe sämmtlich mit ihren Haken über der Hebeschiene: dann müssen diejenigen von ihnen, welche an der Hebung nicht theilnehmen sollen, an die Seite gedrängt werden. Oder sie sind so angeordnet, dass die Hebeschiene bei der Hebung daran vorbei geht: dann müssen die Haken der zu hebenden Platinen über die Hebeschiene gebracht werden. Da im letzteren Falle durchschnittlich mehr Platinen zu bewegen sind, als im ersteren, so ist es Regel, die Platinen zurückzudrängen.

Zur Sicherung des Angriffs ist zunächst erforderlich, dass die Platinenhaken genau nach der entsprechenden Seite gestellt sind und an der Drehung verhindert werden. Bei den platten Holzplatinen, Fig. 485 A, wird dies einfach durch Führungsstäbchen erreicht, die rechtwinklig zwischen den Platinen liegen und den Rost bilden. Bei den Drahtplatinen, Fig. 485 B, wird zu dem Zwecke das untere Ende **U**förmig umgebogen und ein Stäbchen r durch sämmtliche Biegungen gelegt. Da dieses Stäbchen sich mit den Platinen hebt, so müssen die unteren Haken etwas länger als der Hub sein. Zur Unterstützung der Platinen endlich dient ein Brett (Platinenbrett, Platinenboden, Planche des collets, Planche à collet), welches zugleich unter jeder Platine ein Loch zur Durchführung der Platinenschnur s besitzt.

Die Schaltbewegung der Platinen, welche stets automatisch ist, lässt sich entweder direkt oder indirekt ausführen, je nachdem das schaltende Organ unmittelbar oder mittelbar auf die Platine einwirkt. In beiden Fällen ist aber dafür Sorge zu tragen, dass nach jeder Bewegung der Haken sich wieder gehörig auf den Angriff stellt, was am einfachsten dadurch erzielt wird, dass man der Platine die Tendenz giebt, selbst in die Ruhelage zurückzukehren. Diese Tendenz bringt man am bequemsten durch Gewichte oder Federn hervor. Als Gewicht dient zweckmässig dasjenige der angehängten Schäfte, welches zur Wirkung gelangt, wenn man die Platinen abschrägt, Fig. 485 A, und die Korde so befestigt, dass sie in Bezug auf die Spitze i ein Drehmoment bildet. Am gebräuchlichsten ist jedoch zu obigem Zwecke die Feder, die in zwei Hauptformen Anwendung findet. Man benutzt nämlich als solche entweder das aufgebogene untere Ende u, indem man dasselbe gegen einen festen Punkt legt, oder eine besondere Spiralfeder. In letzterem Falle schiebt man über die Platine p einen steifen, dünnen, mit einem runden Oehr o versehenen Draht n (Nadel, Stössel, Aiguille, *Needle*), Fig. 486 B, welcher am Ende umgebogen ist und hier eine Spiralfeder aufnimmt, die sich einmal gegen den Haken u und dann gegen einen durch die Umbiegung gesteckten festen Splint i legt und dadurch die Nadel mit der Platine o vorschiebt, ohne übrigens dieser in der Längenbewegung hinderlich zu sein. Zum Aufruhen und Führen der Nadeln dient bei e das durchlöcherte Nadelbrett und zum Festhalten der Splinte i das Federhaus h (Etui, *Spring-box*).

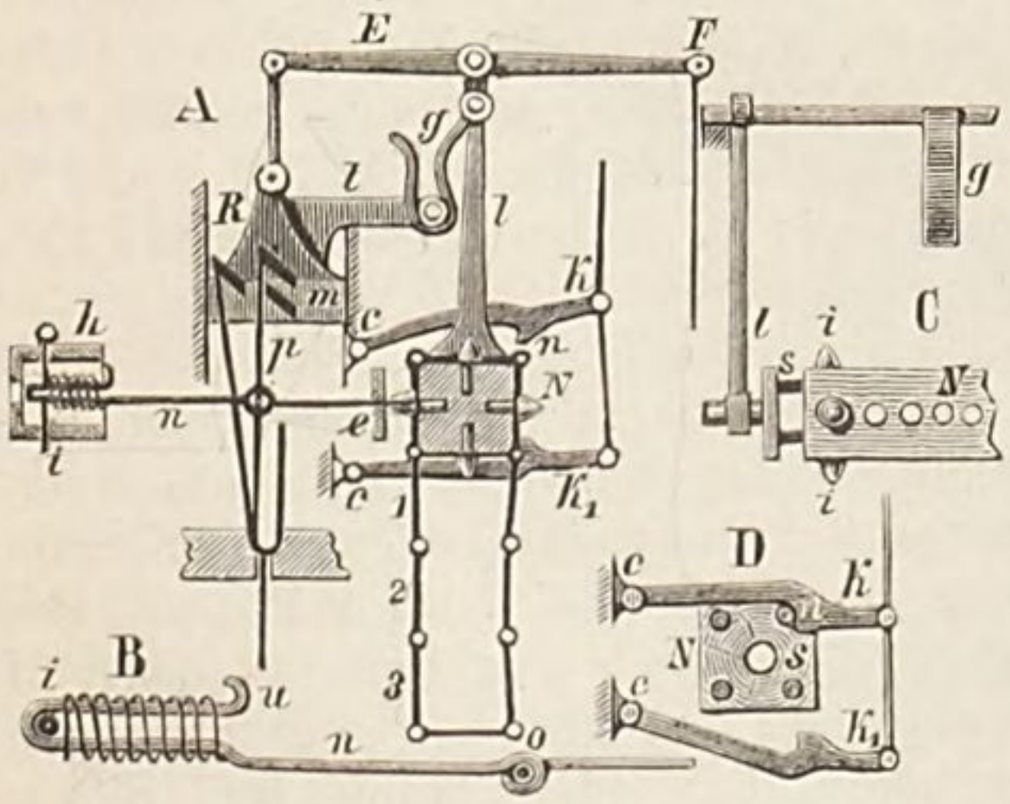


Fig. 486.

Von der grossen Anzahl von Mechanismen, welche für die Schaltbewegung der Platinen möglich sind, haben sich nur diejenigen eingeführt, die mit periodischer Drehung ausgestattet sind und während oder nach jeder Drehung einen Körper gegen diejenigen Platinen in Wirkung bringen, welche ausgeschaltet werden sollen. — Bei dem direkten Angriff treten diese Körper wie Däumlinge gegen die Platinen etwa in der Weise wie Fig. 487 erkennen lässt. Auf den Seiten des Zylinders oder Prismas p stehen Daumen d, welche soweit vorragen, dass sie bei einer Drehung des Prismas gegen die Platinen treten und diese zurückschieben. Die Zahl der ausgerückten Platinen hängt demnach nur ab von derjenigen der augen-

blicklich vorrückenden Daumen. Sind z. B. 8 Platinen vorhanden, ist das Prisma 8seitig und stehen auf jeder Seite 7 Daumen, so wird jedesmal durch eine Platine $^1/_8$ der Kette gehoben und demnach, wenn auf den Seiten der Reihe nach der 1., 2., 3. . . . . 8. Daumen fehlt, nach und nach das Fach für 8schäftigen Körper gebildet. Dabei muss nach jeder Fachbildung das Prisma oder der Zylinder um 40° gedreht werden, was leicht von ihrem einem regelmässig sich bewegenden Theil, z. B. von einem Tritt aus, vermittelst Sperrad etc. bewerkstelligt werden kann.

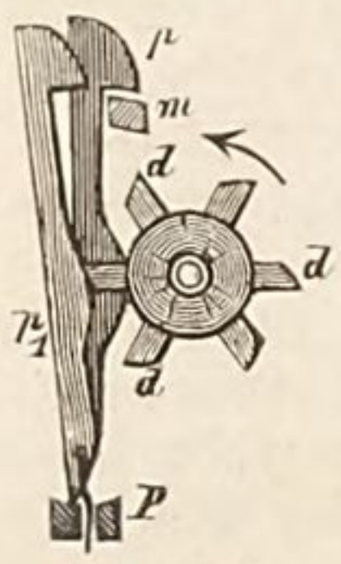


Fig. 487.

Da die Ausschaltung der Platinen ebensogut durch Verschiebung der Nadeln in Folge eines Anrückens des Prismas erfolgen kann, und da die hierauf beruhende Vorrichtung der mittelbaren Platinenschaltung mancherlei Vortheile bietet, so ist diese als Regel, jene als Ausnahme anzusehen, wenngleich bei der ersten Methode nur eine periodische Drehung, bei der zweiten neben dieser auch noch eine Vorschiebung gegen die Nadeln erforderlich wird.

Die Vorschiebung des Prismas N, Fig. 486, muss erfahrungsmässig stossartig geschehen, damit die, oft einen bedeutenden Widerstand bildenden Nadeln sicher und schnell zurückweichen. Deshalb wird das Prisma gewöhnlich in zwei Armen l (Lade, Balancier, Battant, Chasse) pendelförmig schwingend aufgehängt und durch Anschlagen gegen die Nadeln in Folge einer Schwingung zur Wirkung gebracht.

Um überflüssigen Zeitaufwand zu vermeiden, ist es wünschenswerth, dem Prisma zur Vorrückung einer neuen Schlagseite, die Drehung während seiner Rückbewegung, also während die Lade ausholt, zu ertheilen. Dies wird sehr einfach dadurch erreicht, dass das in den Schwingen drehbar liegende Prisma auf dem Rückwege einem Widerstande begegnet, der die Drehung erzwingt. Da sich hierzu eine Fallklinke besonders eignet, so ist auch diese in der Regel in der, durch die Zeichnung Fig. 486 A und D verdeutlichten Form angebracht. Die Falle K (Hund, Wendehaken, Loquet), welche durch ihr eigenes Gewicht niederfällt, ist bei c an einem festen Bolzen drehbar angebracht und vorn so abgeschrägt, dass sie beim Anschlagen des Prismas über einen Stift s, Fig. C, schlüpft und sich mit der Nase n dagegen legt. Beim Ausholen muss sich das Prisma um einen Winkel drehen, der abhängt von dem Schwingungsbogen oder der Angriffsdauer der Klinke und bestimmt wird durch die Zahl der Stifte s. Bei einem vierseitigen Prisma und 4 Stiften dreht sich das Prisma jedesmal um 90°. — Die Stifte, welche mittelst einer auf den Drehzapfen geschobenen Platte an der Endfläche des Prismas befestigt werden, bildet mit dieser Platte die sogenannte Laterne.

Zur Hebung der nicht ausgeschalteten Platinen muss eine Schiene m angebracht werden, die so lang ist, dass sie unter sämmtlichen Platinenhaken hingeht, damit durch diese eine Schiene jeder Haken erreicht werden kann. Ferner ist diese Hebeschiene des sicheren Eingriffs wegen an der fassenden Kante etwas abzuschrägen (weshalb sie Messer, Hebmesser, Lame, *Lifting-Blade* genannt wird) und, wegen der oft sehr ungleich vertheilten Last, an beiden Enden mit Geradführungen zu versehen — wenn sie nicht, wie dies in einzelnen Fällen geschieht, mit Hebelbewegung ausgestattet ist. Gewöhnlich legt man zum Zwecke der Geradführung das Messer in einen Rahmen R, der an zwei Seiten Prismenführungen erhält (Messerkasten) und entsprechend auf- und niederbewegt wird (Hebzeug), entweder vermittelst eines Trittes oder Schämels, oder einer Zugschnur, eines Zugriemens mit Handgriff u. s. w., der mit dem Hebel EF etc. verbunden wird.

Während der Hebung der zur Bildung des Oberfaches zu ziehenden Schäfte soll sich das Prisma durch Drehung und Ausschwingung zu einem neuen Schlage vorbereiten, der wieder sofort nach Senkung des Hebzeugs ausgeführt werden kann. Weil dadurch ein Zusammenhang zwischen der Bewegung des Hebzeugs und derjenigen der Lade entsteht, so benutzt man die erstere regelmässig auch zur Hervorbringung der zweiten, indem ein an dem Messerkasten sitzender Arm t gegen die Lade wirkt und diese dadurch zunächst von den Nadeln entfernt. Um aber zugleich ein sicheres und rechtzeitiges Anschlagen des Prismas gegen die Nadeln zu veranlassen, wird auch beim Niedergange des Hebzeugs die Lade von demselben Arme mit zurückgestossen. Darum ist, wie Fig. 486 zeigt, die Lade mit einer Kulisse (Presse) g von einer solchen Form versehen, dass die geradlinige Bewegung des Hebzeuges, vermittelst eines in g sich verschiebenden Gleitstückes oder Rolle, die Lade in Schwingung setzt und mit einem Stoss gegen die Nadeln treibt. Erhöht wird dabei die Stosswirkung noch wesentlich durch das absichtlich erzeugte plötzliche Loslassen des Messerkastens mit seinem bedeutenden, durch die anhängenden Schäfte vermehrten Gewicht. Der ganze nunmehr durch Fig. 486 dargestellte Hebeapparat führt den Namen Schaftmaschine[1]) (Kammaschine, Trittmaschine, Machine d'armure).

Da bei dem Anschlagen des Prismas an die Nadeln, also bei der mittelbaren Bewegung der Platinen, Daumen nicht erforderlich sind, so wird die Anlage des Prismas in Folge dessen insofern vereinfacht, als für die nicht auszuschaltenden, also zu hebenden Platinen, beziehungsweise liegen bleibenden Nadeln an der Stossfläche des Prismas nur Löcher (Fig. 486 C) anzubringen sind, in welche die Nadeln eintreten können, wonach also die Zahl und Lage dieser Löcher die in Bewegung zu setzenden Schäfte bestimmt. Handelt es sich nun hierbei um grössere Abwechselung im Heben einer grösseren Zahl von Schäften, so muss das Prisma so viel Seiten haben, als Hebungen vorkommen. Es liegt dann der Gedanke nahe, statt eines Prismas einen Zylinder (Trommel) zu nehmen und dessen Oberfläche reihenweise mit entsprechenden Löchern (oder bei unmittelbarem Antrieb mit Daumen) zu versehen. — Hierdurch ist die früher gebräuchliche Trommelmaschine (Métier à tambour, Mécanique à cylindre, *Barrel loom, Cylinder loom*) entstanden, bei welcher eine 0,5 bis 1,5 m. im Durchmesser haltende und gewöhnlich mit Schiebzähnen, also auch nur mit Drehung (selten mit Löchern und demgemäss mit Drehung und Verschiebung) ausgestattete, hohle, hölzerne Trommel das schaltende Organ war. —

Es genügt aber andererseits ein Prisma von wenig, z. B. vier Seiten zur Hervorbringung eines beliebigen Schusswechsels innerhalb der durch die Zahl der Schäfte gegebenen Grenze, wenn man den Seiten desselben so viele Löcher giebt, als Nadeln vorhanden sind und für jede Hebung diejenigen Löcher verschliesst, welche mit den auszuschaltenden Platinen korrespondiren. Indem nun das Verschliessen der Löcher sich am schnellsten und leichtesten dadurch herbeiführen lässt, dass man auf diejenige Prismenseite, welche grade anschlagen soll, eine Platte legt, welche genau die Grösse der Seite, aber nur an denjenigen Stellen Löcher hat, auf welche diejenigen Nadeln treffen, welche liegen bleiben sollen, so bildet ein viereckiges Prisma mit solchen Platten das gewöhnliche Mittel zur Schaltung der Platinen. — Die Platten, welche neben der Leichtigkeit auch eine

1) Berliner Verh., 1858. S. 27; 1860. S. 156. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1868. S. 434. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1860. S. 15 u. 170; 1875. S. 9. — Polyt. Centr., 1843. S. 248; 1848. S. 1; 1861. S. 1392; 1865. S. 178.

grosse Festigkeit besitzen müssen, damit sie nicht zu schnell durch die Stösse an die Nadeln zu Grunde gehen, werden in der Regel aus dünner, zäher Pappe hergestellt und deshalb Karten oder Pappen[1]) (Cartons, *Cards*) genannt.

Die Zahl der Karten wird bestimmt durch die Zahl der Wechsel, welche im Schusse vorkommen, d. h. durch die Zahl der Schussfäden, welche einen Rapport bilden, und ihre Reihenfolge ergiebt sich aus der Lage der Bindungen, wie diejenige der Tritte. Sind daher die Karten in der erforderlichen Anzahl durch Ausschlagen der Löcher hergestellt, so müssen sie in bestimmter Reihenfolge zur Verwendung, also vor die Schlagseite des Prismas gebracht werden, was in sehr einfacher Weise dadurch selbstthätig und sicher herbeizuführen ist, dass man sämmtliche Karten durch Fäden zu einer Kette ohne Ende verbindet und diese Kette 1, 2, 3, Fig. 486, über das Prisma N hängt. Das Prisma wird sodann als eine Art Kettentrommel zur Wirkung kommen und bei jeder Viertel-Drehung eine Karte, wie das Glied einer Kette aufnehmen und eine vor die Schlagseite legen. — Um bei dieser Bewegung das Verschieben oder Schiefstellen der Karten auf dem Prisma zu verhindern, erhält dieses auf jeder Seite ausser dem Bereich der Nadeln zwei warzenförmige Erhöhungen i (Fig. 486 C), auf welche sich die Karten mit korrespondirenden Warzenlöchern auflegen. Ausserdem ist es gewöhnlich gerathen, die Kartenkette noch über ein Paar Führungswalzen laufen zu lassen.

4) **Arbeitsbewegung der Kette durch Harnisch und Platinen.** Mit Hilfe der, mit Schlagprisma und Kartenkette ausgestatteten Schaftmaschine ist man durch Vermehrung der Karten im Stande, die Zahl und Verschiedenheit der Hebungen beliebig zu vergrössern. Erstreckt sich ausserdem die zu bildende Figur über eine grosse Zahl verschieden liegender Kettenfäden, so fordert ihre Herstellung auch eine grosse Zahl von Schäften, deren Anbringung jedoch aus oben angegebenen Gründen nicht nur auf Schwierigkeiten stösst, sondern oft unmöglich ist. Man kommt nun aber bei Betrachtung der Fachbildung mittelst Platinen bald zu der Erkenntniss, dass die Schaftlitzen vermittelst Schnüre direkt mit den Platinen in Verbindung gebracht, also die Schäfte ganz umgangen und dadurch alle Schwierigkeiten beseitigt werden können, welche in der Anwendung einer grösseren Anzahl von Schäften thatsächlich vorhanden sind. Da andererseits jedoch die Schäfte noch die Bestimmung haben, die Fäden der Kette auseinander zu halten und senkrecht zu bewegen, diese Bestimmung aber von der Platine nicht ohne Weiteres erfüllt werden kann, wenn die Litzen direkt und aus verschiedenen Entfernungen der Platine zugeführt werden, so ist behufs sicherer und senkrechter Führung der Litzen noch ein Zwischenapparat anzubringen. Dieser Apparat mit allen den Theilen, welche die Schäfte ersetzen, führt den Namen Harnisch[2]) (Harnais, Corps, *Harness*) und besteht der Hauptsache nach, Fig. 488, aus einem zwischen der Kette K und dem Platinenboden B angebrachten, horizontalen Brette H, das mit so viel Löchern versehen ist, als Litzen zu den Platinen geführt werden sollen und so lang sein muss, dass die Endlöcher um die Breite des Gewebes auseinander liegen. Unter diesem Brette (Harnischbrett, Löcherbrett, Schnürbrett, Chorbrett, Corpsbrett, Gallirbrett, Planche d'arcades, *Compass board*, *Hole board*, *Harness board*, *Camber board*)

---

1) Polyt. Centr., 1854. S. 1139; 1858. S. 586. — Dingler's Journ., Bd. 145. S. 426; Bd. 148. S. 338; Bd. 220. S. 141. 2) Polyt. Centr., 1862. S. 712. — Dingler's Journ., Bd. 163. S. 175.

hängen die Litzen l mit Gewichten b aus Eisen- oder Bleidraht (Blei, Plomb, *Lead*) beschwert oder durch Federn niedergezogen, an Bindfäden aa, welche die Verbindung mit den Platinen p durch die von diesen abwärtshängenden Korden c vermitteln und Heber (Aufheber, Aufholer, Arkaden, Arcades, *Neck twines*) genannt werden. Da in diesem Falle also die Korde als Fortsetzung der Platine den oberen Schaftstab ersetzt, so gilt für die Anschnürung der Heber an die Korde das Gesetz, dass alle Heber, welche Kettenfäden tragen, die dieselbe Lage auf einer Oberfläche des Gewebes bekommen und deren Litzen also stets gemeinschaftlich gehoben werden müssen, an ein und dieselbe Korde angebunden werden. Hieraus ergiebt sich zugleich, dass jeder einzelne Kettenfaden eine unabhängige Bewegung erhalten kann, wenn er allein an eine Korde angeknüpft wird, wo dann die Zahl der Platinen gleich wird der Zahl der Kettenfäden. In diesem und jedem Falle überhaupt, wo durch umfangreiche und komplizirte Muster die Zahl der Platinen sehr gross wird, ist die Aufstellung derselben in einer Reihe wie bei der Schaftmaschine nicht mehr thunlich, weil diese Reihe viel länger werden müsste als die Breite des Gewebes.

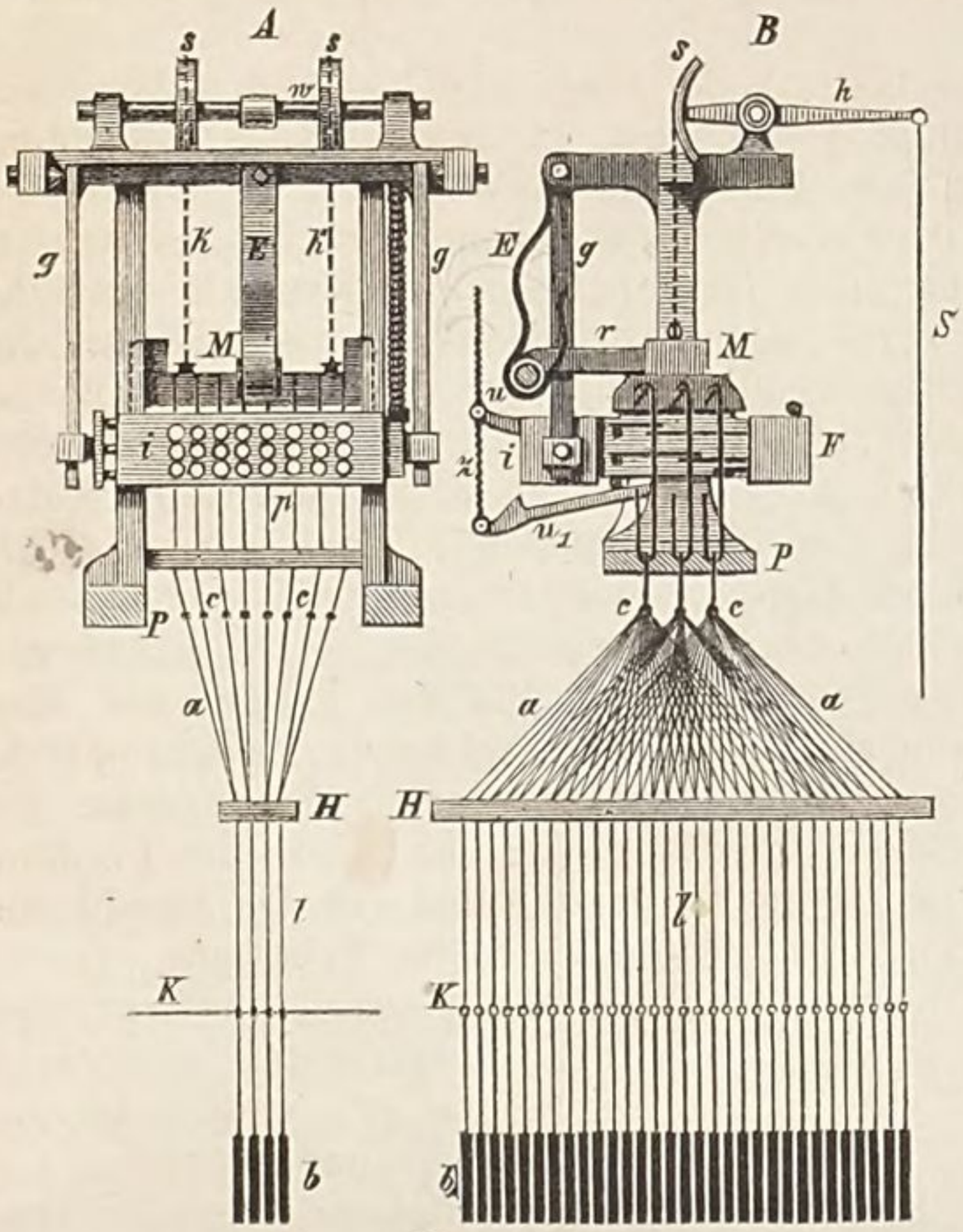


Fig. 488.

In manchen Fällen schreitet man dann zur Aufstellung mehrerer Schaftmaschinen. Weil aber die Aufstellung derselben Unbequemlichkeiten macht, so geht man über die Anwendung zweier wohl nicht hinaus. Sie werden dann mit dem Rücken aneinander gestellt, so dass die Schlagprismen nach verschiedenen Seiten ausholen. Bei dieser Anordnung liegt der Gedanke nahe, zwei Schaftmaschinen mit Nadeln anzuwenden, die Nadeln der einen umzukehren, damit sie mit denjenigen der zweiten nach einer Richtung liegen, sodann nur ein Schlagprisma mit zwei Löcherreihen anzubringen und endlich beide Hebmesser in einen Messerkasten zu legen, d. h. also zwei Schaftmaschinen mit einem Schaltwerk und einem Hebzeug auszustatten.

Aus dieser Art, zwei Schaftmaschinen zu einer zu verbinden, ergiebt sich sodann sehr leicht der Gedanke bei der Nothwendigkeit einer grösseren Anzahl von Platinen, diese in mehrere, hintereinander stehende Reihen 1, 2, 3, 4, 5, 6, Fig. 488 B, zu gruppiren. Eine solche Gruppirung fordert natürlich zunächst auch so viel Hebemesser M, als Gruppen vorhanden sind und, weil die Nadeln nicht in einer Ebene liegen können, auch eine Vertheilung der Nadeln, die am zweckmässigsten und übersichtlichsten so vorgenommen wird, dass so viel Nadelgruppen über einander entstehen,

als Platinengruppen hinter einander vorhanden sind und dass je eine Nadelgruppe zu einer Platinengruppe gehört. Da in Folge dieser Vertheilung die Nadelenden in ebensoviel Reihen, als Gruppen gebildet sind, aus dem Nadelbrett vortreten, so entsteht hierdurch ferner die Nothwendigkeit, dem Schlagprisma i auch so viel Löcherreihen zu geben, als Nadelreihen vorhanden sind und die Löcher in den Karten demgemäss ebenfalls auf eine gleiche Zahl von Reihen zu vertheilen.

Aus dieser Vereinigung oder Multiplikation von Schaftmaschinen in Begleitung mit einer Reduktion oder Vereinfachung insofern als nur ein Hebzeug und ein Schaltwerk zur Bewegung erforderlich ist und die letztere mit einem Tritt oder einer Zugschnur erreicht wird, ist jener Apparat abzuleiten, welcher nach seinem Erfinder Jacquard, die Jacquard-Maschine[1]) (Jacquard, Machine jacquarde, M. à la Jacquard, *Jacquard machine*) genannt wird und in den wesentlichsten Theilen in Fig. 456 A und B dargestellt ist. Die mit Bleien b beschwerten Litzen l tragen die Kettenfäden K, nehmen über dem Harnischbrett H die Heber a auf und vereinigen sich mittelst der Korden c an den Platinen p, die auf dem Platinenbrett P aufruhen, durch einen Rost an der Lagenveränderung verhindert werden und sich mit den Nadeln kreuzen, welche von Federn, die im Federhaus F sitzen, stets so vorgedrängt werden, dass die Platinen auf ihren Haken im Bereich der Messer liegen. Nur durch das Anschlagen des Prismas i gegen die Nadeln tritt die oben erklärte Schaltung ein, so dass durch das Heben des Messerrahmens M die Fachbildung vor sich geht. Zum Zweck der Hebung hängt hier der Messerkasten vermittelst zweier Ketten Lederriemen K etc. an den Segmenten ss, welche an der schwingenden Welle w sitzen, die durch den Hebel h und die Schnur S bewegt wird. Das Prisma i liegt mit Zapfen in kleinen verschiebbaren Lagern der Schwingen g, welche um Spitzen sich drehen und vermittelst der Schere E auf oben erklärte Weise von dem Messerkasten M aus den Antrieb zum Aus- und Einschwingen erhalten, wobei die Hunde u und u_1 auf bekannte Weise zur Wirkung kommen. Zu bemerken ist noch eine Krücke, welche an der rechtssitzenden Schwinge liegt und durch eine Spiralfeder angetrieben auf das Ende des Prismas i drückt, damit es sich immer genau um 90° dreht. — Zunächst hat diese Maschine den grossen Vortheil, auch in dem Falle wenig Raum zu beanspruchen, wenn die Zahl der Platinen sehr gross ist, wenn sie also eine grosse Kettenfädenvertheilung zulässt. Sodann bietet sie, durch Anbringung einer beliebig langen Kartenkette, also beliebig vieler verschiedener Karten, die Möglichkeit dar, eine ebenso unbeschränkte Zahl Schussfädenwechsel eintreten, demnach Muster von einer Ausdehnung und Komplizirtheit herstellen zu lassen, welche nur durch die Zahl der vorhandenen Kettenfäden begrenzt wird. Da eine Jacquardmaschine endlich fast ohne Zeitverlust nur durch Auflegen einer anderen Kartenkette zur Erzeugung anderer Muster eingerichtet und mit jedem Webstuhl ohne Weiteres in Verbindung gebracht werden kann, so ist sie der unentbehrlichste und fast ausschliesslich gebräuchlichste Kettentheilungsapparat für gemusterte Stoffe geworden.

---

1) F. Kohl, Geschichte der Jacquardmaschine, Berlin 1873. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1860. S. 316 u. 253; 1864. S. 77; 1866. S. 127. — Berliner Verh., 1854. S. 59; 1859. S. 70; 1860. S. 45. — Publ. ind., V. 5. S. 405; V. 8. S. 500; V. 16. S. 16. — Wollengewerbe, 1876. S. 991. 1034. — Hütte, 1858. Taf. 37 a, b. — Polyt. Centr., 1854. S. 786, 1025; 1859. S. 1115; 1860. S. 1166; 1862. S. 710; 1864. S. 1001; 1865. S. 442; 1875. S. 745. — Dingler's Journ., Bd. 143. S. 27; Bd. 156. S. 413; Bd. 159. S. 20, 330; Bd. 182. S. 11; Bd. 198. S. 456.

Aus diesem Grunde kann es denn auch nicht auffallen, dass im Laufe der Zeit für einzelne Fälle und Zwecke mancherlei Aenderungen und Vervollständigungen im Ganzen und im Einzelnen an der Jacquardmaschine vorgenommen sind, welche theils eine Verringerung der Betriebskraft, theils die Beseitigung einiger Uebelstände bezwecken, welche an der einfachen als Vorbild geltenden Jacquardmaschine Fig. 488 vorhanden sind.

Zunächst entsteht mit derselben nur ein Oberfach. In Folge dessen können die liegen bleibenden Kettenfäden nicht an der Spannung theilnehmen, was leicht ein Abreissen der gezogenen Fäden herbeiführt. Zur Vermeidung[1]) dieses Uebels hat man daher wohl die Einrichtung getroffen, dass sich wie bei der Schaftmaschine der Platinenboden während der Platinenhebung senkt, so dass Ober- und Unterfach gebildet werden.

Je weiter die Platinenreihen von dem Fachwinkel abstehen, je kleiner wird der letztere. Werden daher sämmtliche Platinenreihen gleich hoch gehoben, so entsteht ein unreines Fach. Die Beseitigung desselben kann man dadurch erreichen, dass man die Messer nicht in einer horizontalen, sondern in einer nach hinten ansteigenden Ebene anordnet. Zur Bildung eines vollen Faches muss dann der Platinenboden ebenfalls schräg gesenkt werden. — Am einfachsten geschieht eine solche Bewegung dadurch, dass man (Fig. 489) sowohl Messerkasten M, als Platinenboden P um o und p drehbar anordnet und von einem Organ aus z. B. von dem Tritt t mit Hilfe entsprechender Hebel und Schnur s in die punktirte Lage bringt.

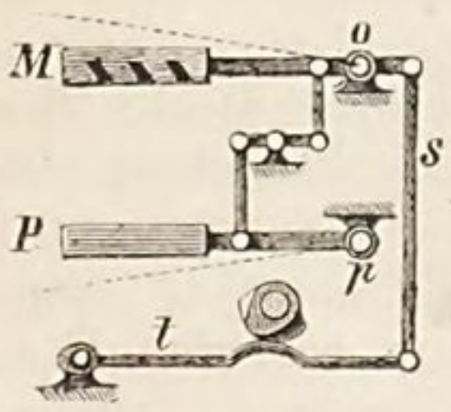


Fig. 489.

Wenn zwar mit Hilfe der Kartenschlagmaschine[2]) (Ausschlagmaschine, Stechmaschine, Dessinirungsmaschine, Machine à piquer, M. à lire, M. à percer, Liseur mécanique, *Punching machine, Reading and stamping machine*) die Herstellung der Karten schnell, leicht und sicher erzielt wird, so sucht man doch die Zahl derselben möglichst zu verringern, die Karten selbst besser auszunutzen, ja sie sogar ganz entbehrlich zu machen. — Bei der grössten Zahl der gemusterten Stoffe ist des Zusammenhängens wegen ausser den Mustern noch ein Grundgewebe nothwendig S. 674. Unter der Annahme z. B., dass dies Grundgewebe Köper ist und die Gewebebildung in der Weise erfolgt, dass abwechselnd ein Faden für die Figur und einer für das Grundgewebe eingetragen werden soll, müsste bei der Fachbildung durch den Jacquard auf jede Figurkarte eine Grundbindungskarte folgen, wodurch sich die Zahl der Karten ausserordentlich erhöht. Zur Vermeidung dieser grossen Menge von Karten ist es daher gebräuchlich, neben der Jacquardmaschine noch Schäfte anzuwenden, so dass die erstere das Figurfach, die letzteren aber das Fach für das Grundgewebe machen. Damit hierbei die Schäfte, welche das Vordergeschirr (Vorkämme, Vorderwerk, Lisses de rabat) bilden, die Hebung der Kettenfäden zum Figurfach nicht hindern, so müssen ihre Litzen mit langen Schleifen (von 60 bis 80 mm. Länge) ausgestattet (Hochlitzen) und so gelegen sein, dass die Kettenfäden während der Ruhe an dem unteren Punkt dieser Schleifen liegen. Dass die Vorkämme sodann ebensowohl durch eine Schaftmaschine, als durch Tritte bewegt werden

---

1) Berliner Verh., 1858. S. 27. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1860. S. 15, 156. — Polyt. Centr., 1854. S. 735; 1861. S. 1392; 1865. S. 178. 2) Berliner Verh., 1838. S. 42; 1846. S. 243. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1869. S. 302. — Publ. ind., V. 5. S. 409; V. 16. S. 187. — Polyt. Centr., 1855. S. 1437; 1861. S. 1652; 1862. S. 790. — Dingler's Journ., Bd. 93. S. 85.

können und, wenn sie, was üblich ist, nur Oberfach bilden, durch Gewichte oder Federn niedergezogen werden müssen, bedarf nur der Erwähnung.

Eine weitere Ersparung an Karten ist in dem Falle zu erzielen, wenn die Muster gestürzt sind, d. h. in der Kettenrichtung aus zwei symmetrischen Hälften bestehen, weil man dann die zur ersten Hälfte gebrauchten Karten nur durch Rückwärtsdrehung des Prismas in entgegengesetzter Reihenfolge zur Wirkung zu bringen braucht. Zu dem Zwecke ist an dem Gestell des Jacquard (Fig. 488), sowie auch der Schaftmaschine (Fig. 486), noch ein zweiter Hund oder Wendehaken u_1 angebracht, der mit einer Schnur z an den oberen angehängt ist, so dass er durch Aufziehen dieser Schnur in Thätigkeit kommt, während dadurch der andere zugleich ausgerückt wird, wie in der Zeichnung durch punktirte Linien angedeutet ist. — Hierher sind auch die Vorrichtungen zu rechnen, welche ein rasches Zurückdrehen des Prismas bewirken, um zur Wiederholung eines Musters die ganze hierzu erforderliche Kartenpartie von neuem vortreten zu lassen (Repetirmaschine).[1])

Wie durch Anwendung einer Trommel in einzelnen Fällen die Karten ganz entbehrt werden, zeigt die S. 691 angedeutete Trommelmaschine. — Zu demselben Zweck ist auch die Anwendung von Elektromagneten vorgeschlagen, welche an der Stelle des Prismas sitzen und, momentan magnetisch gemacht, die Nadeln anziehen.[2]) Doch stehen der weiteren Einführung dieses Schaltapparates noch solche Hindernisse entgegen, dass er bis jetzt nur als ein Versuch angesehen werden kann.[2])

Die Versuche, statt der Pappe ein anderes Material zu den Karten zu verwenden, um sie dauerhafter zu machen (mit Papier beklebte Leinwand, dünne Bleche, Holzblätter etc.) oder sie durch Drahtgitter (wo die einzelnen Maschen ausgekittet werden) etc. zu ersetzen, haben nur wenig Erfolg gehabt, so dass die Papp-Karten vorherrschend in Gebrauch sind.

An dem Prisma sind auch insofern Aenderungen vorgenommen, als man dasselbe einer kleineren Wendung halber wohl 5, 6 oder 8seitig anfertigt und statt der stossenden Bewegung im Bogen mit einer schiebenden in gerader Richtung ausstattet. In letzterem Falle werden zur Bewegung gewöhnlich Exzenter verwendet, die direkt oder durch Hebel das Prisma im Moment der Berührung mit den Nadeln ruhig aber kräftig andrücken, wodurch sicher viel zur Schonung der Karten, Nadeln und Platinen beigetragen wird. — Mitunter wird das Prisma auch so angeordnet, dass seine Schwingungsachse nicht oben, sondern unten liegt.

Um an Höhenraum zu sparen, wird das Hebzeug bisweilen mehr nach unten gelegt, wodurch zugleich der Vortheil grösserer Stabilität erreicht wird.

Da sich beim Heben der Platinen die zu hebende Last oft ändert, oft klein, dann wieder gross ist und dadurch beim Ziehen mit der Hand oder Treten mit dem Fuss leicht ermüdend auf den Arbeiter einwirkt, so hat man versucht, durch Ausbalanziren die Last in der Weise auszugleichen, dass die Zugkraft nicht so viel wechselt. —

Die Grösse der Jacquardmaschine, d. h. die Zahl der Platinen richtet sich wesentlich nach dem Muster und beträgt gewöhnlich 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 oder 1500, wonach die Maschinen Hunderter, Zweihunderter u. s. w. genannt werden. Sie werden dann in 4, 8, 10, 12, 16,

---

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1860. S. 253. — Dingler's Journ., Bd. 159. S. 20.
2) Publ. ind., Bd. 10. S. 389. — Polyt. Centr., 1854. S. 1181; 1855. S. 522; 1856. S. 1366; 1860. S. 1167. — Dingler's Journ., Bd. 132. S. 73; Bd. 135. S. 78; Bd. 140. S. 179; Bd. 141. S. 332.

20 Reihen aufgestellt, wonach sich zugleich die Anordnung der Nadeln, Prismen- und Kartenlöcher richten. Da jedoch bei den grossen Maschinen eine etwa eingetretene Unordnung nicht leicht genug zu beseitigen ist, so ist es beliebter, statt einer grossen z. B. 1200 zwei kleinere Sechshunderter aufzustellen.

C. Einige besondere Anordnungen für die Bewegung der Kette.

Bei einigen Geweben sind zur Herstellung des Faches ausser den oben erläuterten Anordnungen noch besondere Nebenvorrichtungen nothwendig, entweder um eigenthümliche Bewegungen der Kettenfäden möglich zu machen, oder selbst auszuführen. Es gehören dazu unter anderen die Vorrichtungen zur Erzeugung der Doppelgewebe, der Hohlgewebe, der Sammt- und der Gaze-Gewebe, die daher hier kurz erwähnt werden mögen.

1) **Kettenbewegung für Doppelgewebe.** Unter Doppelgewebe (Matelassé, Etoffes matelassées, *Double cloth*) versteht man jene Gewebe, welche durch Zusammenweben zweier gewöhnlichen (z. B. leinwandartiger) Gewebe so entstehen, dass durch die gemeinschaftlichen Bindungen nur eine Art Muster entsteht, oder auch ein vollständig zusammenhängendes, dickes Gewebe, aus Obergewebe und Untergewebe bestehend. Zur Anfertigung derselben sind zunächst zwei getrennte Ketten übereinander anzubringen, und weil sie sich verschieden bewegen, auf 2 Kettenbäume zu bringen (Oberkette und Unterkette). Ist nun jede Kette für sich in Schäfte eingezogen, welche sich unabhängig von einander bewegen, so ist leicht einzusehen, dass es möglich ist, einen der Unterkette angehörenden Schaft so hoch zu heben, dass der eingezogene Kettentheil ins Oberfach der Oberkette und einen der Oberkette angehörenden Schaft so tief niederzuziehen, dass der hier eingezogene Kettentheil ins Unterfach der Unterkette geräth und dass dadurch ein vollständiges oder theilweises Zusammenweben beider Ketten eintritt, mit dem Resultat, dass an beiden Seiten des fertigen Gewebes kongruente Muster entstehen, deren Ausdehnung je nach Anwendung einfacher Schäfte oder des Harnisches beschränkt oder beliebig erweitert werden kann. — Untersützt kann die Wirkung noch besonders durch Anwendung verschieden gefärbter Ketten werden, wie das z. B. bei den sog. Kidderminster Teppichen der Fall ist, die aus verschieden gefärbten Ketten in der Art gewebt sind, dass die Figuren auf der einen Seite von der je anderen Kette gebildet werden. — Stellt Fig. 490 ein Stück eines solchen Doppelgewebes und die kleinen schwarzen Quadrate die Streifenbegrenzungen der Figuren dar, so würden diese Streifen oder schwarzen Quadrate von der Unterkette herrühren und die Linien bezeichnen, längs welchen beide Gewebe mit einander verwebt sind, während die weissen Quadrate den Grund des Obergewebes bilden. Es folgt hieraus zugleich, dass beide Seiten des Doppelgewebes der Zeichnung nach gleich

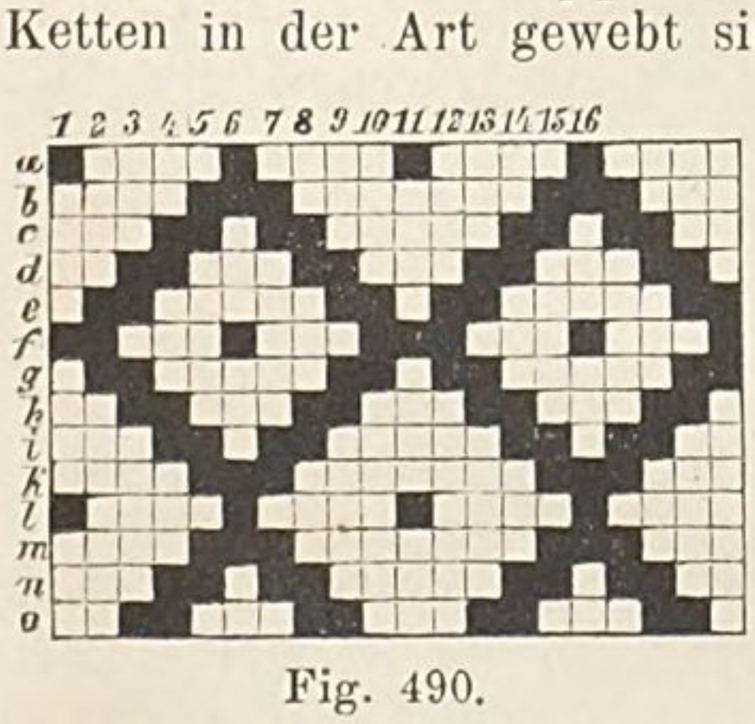


Fig. 490.

sind, der Farbe nach aber verschieden, indem auf der einen Seite diejenige Farbe Figur macht, welche auf der anderen den Grund bildet.

Eine besondere Gattung von Doppelgewebe ist auch der Piqué ((Piqué, *Quilting*, *Marseille*), welcher in der Weise aus zwei Ketten erzeugt wird, dass nur einzelne Fäden aus der unteren Kette in die obere hinaufgehoben und darin nach Linien gebunden werden. Die zwischen diesen furchenartigen Bindungslinien liegenden Flächen (Quadrate, Rauten etc.) treten

dicker oder wulstiger heraus und bilden Figuren, welche durch diese Linien (Steppung, Piqûre, *Stitching*) als abgesteppt erscheinen, woher auch der Name dieses Gewebes rührt (steppen = Piquer). Zum Unterschiede von den anderen Doppelgeweben ist bei dem Piqué auf jeder Seite die hier liegende Kette der Grund, S. 674, des Gewebes. Die rechte (obere) Seite des Zeuges heisst hier jedoch insbesondere Grund (*Face*) und wird in der Regel aus feinerem oder werthvollerem Garn hergestellt gegenüber der unteren Seite, welche Futter (*Back*) genannt wird, zu dem man geringere Garnsorten verwendet.

2) **Kettenbewegung für Hohlgewebe.** Hohlgewebe[1]) werden solche Gewebe genannt, welche entweder röhrenartig (Lampendochte, Spritzenschläuche etc.) oder sackartig (Säcke ohne Naht etc.) hohl sind. Im ersteren Falle bestehen sie aus zwei mit den Langseiten zusammengewebten Geweben; im zweiten Falle wird auch noch ein Zusammenweben längs einer Querseite vorgenommen. — Zur Bildung der Hohlgewebe sind, wie bei den Doppelgeweben, ebenfalls zwei Ketten übereinander aufgezogen, welche abwechselnd Fach machen, so dass der Schussfaden von einer Seite stets durch eine, von der anderen Seite stets durch die zweite Kette eingetragen, z. B. von links nach rechts durch die obere, von rechts nach links durch die untere. Die Folge davon ist, dass der Schussfaden in diesem zylindrisch in die Zylindergestalt gebrachten Gewebe als Schraubenlinie verläuft. — Wenn ein Stück eines solchen rohrartigen Hohlgewebes fertig gewebt ist und wenn dann ein Zusammenweben in der Querrichtung durch Vermischung beider Ketten nach Art der Doppelgewebe vorgenommen wird, so entstehen beim Zerschneiden in der Querrichtung durch das Doppelgewebe kurze Schläuche, welche an einem Ende durch eine Leiste geschlossen sind, also die Säcke ohne Naht bilden. — Gewöhnlich jedoch wird es vorgezogen, die Leisten an den Langseiten der Säcke zu haben. Dann geschieht die Anfertigung aus 2 Ketten, deren Breite gleich der Länge der Säcke ist, indem der Schuss zweimal hintereinander durch eine Kette gelegt wird und dann also immer an derselben Seite in die andere geht, z. B. von links nach rechts durch die obere Kette und dann in derselben durch ein neues Fach zurück; dann von links nach rechts durch die untere Kette und ebenfalls in derselben durch ein neues Fach zurück, dann wieder durch die obere Kette hin und her u. s. w. Die zusammenhängenden Seiten, welche links zu liegen kommen, bilden dann den Sackboden, während die Seiten auf oben beschriebene Weise durch Leisten zusammengehalten werden. — Durch gleiche oder wenig modifizirte Einrichtungen werden als Hohlgewebe noch hergestellt: im Ganzen gewebte Hemden[2]), Beinkleider, Schuhe, Schnürleibchen, Jacken etc., sowie in glatte Gewebe eingewebt: Busenstreifen, Hemdeinsätze, hohle Falten etc.[3])

3) **Kettenbewegung für Sammt-Gewebe.**[4]) Die Konstruktion der sammtartigen Stoffe (S. 675) lässt sofort erkennen, dass die Erzeugung des eigentlichen Sammts eine wesentlich andere sein muss, als die des Manchesters, weil der letztere einfach nach Art des Köpers mit Schäften und Tritten oder einer Schaftmaschine zu weben ist, während der ächte Sammt (Fig. 491) eingeschossene Nadeln n zu erhalten hat, die Maschenreihen 2, 4, 6 bilden,

Fig. 491.

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1857. S. 19. 2) Berliner Verh., 1847. S. 59. 3) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1852. S. 250 u. 255. 4) Berliner Verh., 1856. S. 210; 1857. S. 33. — Polyt. Centr., 1858. S. 585; 1864. S. 785; 1870. S. 871. — Dingler's Journ., Bd. 168. S. 13; Bd. 195. S. 509.

welche hoch über dem Stoffgrund liegen. Aus diesem Grunde webt sich die zur Bildung des Pols p dienende Kette so stark ein, dass sie als Polkette auf einen zweiten Kettenbaum aufgebäumt werden muss, der neben, gewöhnlich über dem Grundkettenbaum angebracht ist. Um die Polkette zu heben, sind sämmtliche Fäden in einen, oder des leichteren Bewegens der dicken Polkette wegen, in zwei Schäfte (Polflügel) eingezogen, welche durch einen Tritt (Poltritt) gehoben werden, so dass die Polkette über der Grundkette ein Oberfach bildet (Nadelfach), in welches dann eine Sammtnadel eingelegt wird. Um sodann die Pole mit dem Grundgewebe zu binden, geht die Polkette abwechselnd mit dem einen Theil (bei glattem Grunde mit der Hälfte) der Grundkettenfäden ins Unterfach, während selbstredend die eingelegten Nadeln erst später ausgezogen werden.

4) **Kettenbewegung für Gaze-Gewebe.**[1]) Bei dem Gazegewebe, S. 676, sind, Fig. 492, die Fäden so angeordnet, dass ein System 1 stets über, das zweite System 2 stets unter den Kreuzfäden a, b, c, d etc. liegt, infolge der Kreuzungen der Fäden 1, 2 zwischen a b, b c u. s. w. Von den zwei Fadensystemen 1 und 2 wird dasjenige, welches stets oben liegt, die Stückkette und das stets unten liegende die Polkette genanut. Die Fäden der Stückkette heissen Stückfaden, fester Faden (Fil droit, F. fixe), diejenigen der Polkette Polfaden, Schlingfaden oder Dreherfaden (Fil de tour). Wie schon diese Benennung andeutet und die Fig. 492 näher erkennen lässt, schlingt sich bei jeder Fachbildung ein Polfaden um einen Stückfaden, woraus ferner folgt, dass immer ein Polfaden mit einem Stück zusammengehört und dass beide Ketten auf besondere Bäume aufgewickelt werden müssen, da die Polkette wegen der Umschlingung grössere Nachgiebigkeit haben muss, als die Stückkette. — Zur Erklärung des Vorganges, welcher bei der Fachbildung für Gaze stattfindet, mag nebenstehende Fig. 493 dienen. Die zwei Ketten s, p sind zunächst einzeln in einen besonderen Schaft eingezogen: die Stückkette in den vorderen Stückflügel s, die Polkette in den dahinter liegenden Polflügel p. Ausserdem sind die Polfäden noch in einen halben Schaft a eingezogen, dessen Litzen zur Aufnahme der Fäden mit Glasringelchen versehen sind, weshalb dieser Schaft Perlkopf genannt wird. Jede Litze des Perlkopfes läuft an einer Seite (links) eines Stückfadens abwärts, an der anderen Seite (rechts) desselben aufwärts, um hier mit der Perle den zugehörigen Polfaden aufzunehmen. Bildet man nun zunächst auf gewöhnliche Weise ein solches Fach (mittlere Figur), dass die Polkette Oberfach, die Stückkette aber Unterfach macht (offenes Fach) und zieht dann den Perlkopf an der Latte a in die Höhe, so muss jeder Polfaden p sich um einen Stückfaden s von rechts nach links unten durchbewegen, also (untere Figur) das gekreuzte Fach (Kreuzfach) bilden. Es läuft demnach der Polfaden sowohl im offenen als im Kreuzfach oben, nur mit dem Unterschied, dass er beim offenen Fach rechts, beim Kreuzfach links von seinem Stückfaden liegt. — Zur Bildung des Faches dienen zwei Tritte, welche

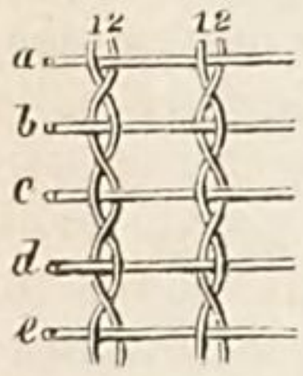


Fig. 492.

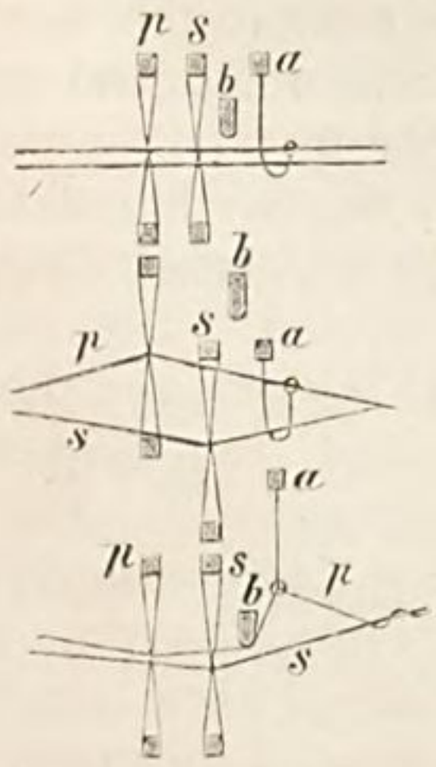


Fig. 493.

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1856. S. 99. — Technol. Encyclop., Bd. 20. S. 390. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1872. S. 274. — Polyt. Centr., 1856. S. 778; 1859. S. 583. — Dingler's Journ., Bd. 150. S. 342.

nach Art des Kontermarsches, S. 684, mit den Schäften verbunden sind. Wenn der mit dem Polflügel verbundene Tritt getreten wird, geht die Polkette in die Höhe, während die Stückkette mit dem Perlstab liegen bleibt: offenes Fach. Zieht man darauf durch den zweiten Tritt den Stückflügel ebenfalls nieder, so wird der Perlkopf in die Höhe gezogen, weil er dem entsprechend mit dem Stückflügel verbunden ist: es entsteht das Kreuzfach. Durch Abwechselung im Treten werden demnach die verschiedenen Fachbildungen veranlasst. Da das offene Fach mit weniger Kraft erzeugt werden kann, als das Kreuzfach, so nennt man den ersten Tritt den weichen (Pas doux), den zweiten den harten Tritt (Pas dur). Um bei der Bildung des Kreuzfachs zu verhindern, dass die Stückfäden von den Perlen mit hinauf gezogen werden, geht während dieser Manipulation ein Stab b nieder, legt sich auf sämmtliche Kettenfäden und verhindert dadurch auch die Stückfäden am Mitgehen. Da also dieser Stab stets mit dem harten Tritt niedergeht, so heisst er Padurstock (von Pas dur). — Dass das Einlegen des Schussfadens abwechselnd durch das offene und durch das Kreuzfach erfolgt, bedarf weiter keiner Erklärung. — Um der leicht eintretenden Verwirrung in den halben Litzen des Perlkopfes vorzubeugen, muss die Bewegung der Schäfte sehr langsam sein. Aus dem Grunde wird jetzt gewöhnlich statt des Perlkopfes ein auf denselben Grundsätzen beruhender Gazeschaft (Lisse anglaise, L. à culotte) angewendet,[1]) indem die Perlen durch halbe Litzen ersetzt sind.

II. Bewegung des Schussfadens.

Zur Beschaffenheit eines fehlerfreien Gewebes gehört vor allen Dingen auch die richtige Lage der Schussfäden, sowohl in Bezug auf ihre Kreuzung mit der Kette, als auch in Bezug auf ihre gerade Erstreckung rechtwinklig zu den Kettenfäden und ihre gesetzmässigen, gewöhnlich genau gleichen Abstände von einander! Demnach besteht, nachdem durch die Bildung des Faches für die richtigen Kreuzungen oder Bindungen gesorgt ist, nunmehr zur Herstellung des fertigen Gewebes die Aufgabe darin, die Schussfäden durch das Fach hindurch zu bringen und ihnen mit Sicherheit die gewünschte Lage zu geben.

Die Art und Weise des Durchbringens wird von mancherlei Umständen abhängen und bedingt werden. Dazu gehören zunächst die physischen Eigenschaften der Fäden oder fadenartigen Körper, die den Schuss bilden sollen. Dieselben können z. B. steif oder biegsam sein (Draht, Sammtnadeln, S. 698, Garn), kurz oder lang (Stroh, Pferdehaar, Gespinnst) unmerklich, schwach oder stark elastisch (Metall- und Holzdraht, fest oder locker gedrehtes Garn, Kautschukfäden). — Ferner ist bei der Bildung von Geweben oft ein Wechsel des Schusses nothwendig, indem z. B. verschieden dicke oder verschieden gefärbte Fäden in bestimmter Reihenfolge miteinander abwechseln oder indem, wie beim Sammt, einzelne Fäden (Nadeln) nur vorübergehend im Gewebe bleiben.

Obwohl deshalb zwar einzelne Unterschiede in der Art und Weise des Durchbringens etc. obwalten, so sind doch in allen Fällen zwei getrennte Operationen: das eigentliche Einbringen (Eintragen, Einschiessen, Tramer, Lancer, *Shooting in*) und das nachträgliche Anordnen der Fäden erforderlich. — Wenn man, wie Fig. 494 B zeigt, einen Faden s

1) a. a. O. — Oelsner, Webschule, S. 307.

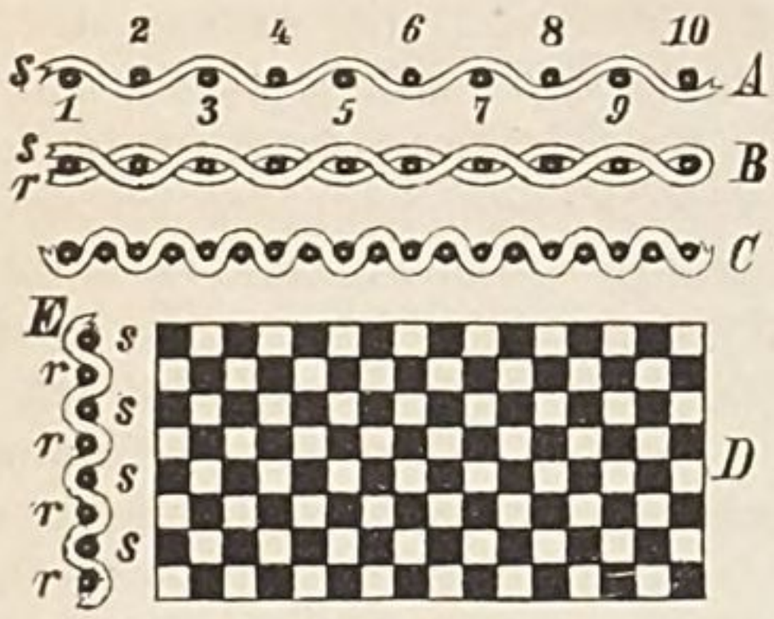


Fig. 494.

eingetragen hat und dann eine neue Fachbildung veranlasst, um ein anderes folgendes Stück r von demselben Faden einzutragen, und dies nun abwechselnd an der einen und anderen Kante der Kette wiederholt, so entsteht an diesen Rändern z. B. bei B durch die Umschlingung der Fäden ein bestimmter sicherer Halt für die äusseren Kettenfäden, weil sie verhindert werden, zwischen den Schussfäden herauszuschlüpfen. Da diese festen Kanten (Leiste, Egge, Sahlleiste, Sahlband, Lisière, Cordon, Cordeline, *List, Selvage, Selvedge*) dem Gewebe an den Rändern einen besonderen Halt geben, so bilden auch die Gewebe mit Leisten die Regel. — In vielen Fällen werden sogar, theils zur Vermehrung der Festigkeit, theils des schönen Aussehens halber, besondere Kettenfäden (Leistengarn) aus verschiedenen, durch Farbe auffallend hervortretenden Stoffen sogar aus feinem Draht aufgezogen (bei Seidensammt, Taffet etc.). — Zur Bildung der Leiste ist erforderlich, dass der Schussfaden abwechselnd links und rechts eingetragen wird und dass mehrere, gewöhnlich sehr viele Schussfäden aus einem einzigen zusammenhängenden Faden bestehen. Um nun einen sehr langen Faden wiederholt so einzubringen, dass derselbe bei jedem Eintrag ein Stück von der Länge der Gewebebreite zurücklässt, giebt es nur einen Weg. Derselbe besteht darin, dass man das zu verwebende Schussgarn zu einem Knäuel oder auf einer Spule u. dergl. zusammenwickelt, in dieser Gestalt durch das Fach schiebt und während des Durchschiebens nun um die bezeichnete Länge wieder abwickelt. Weil zugleich in diesem Verfahren der grosse Vortheil liegt, dass man eine bedeutende Garnlänge in handlicher Gestalt allmählich und mit viel grösserer Sicherheit und Schnelligkeit verweben kann, als dies durch das unsichere und zeitraubende Einlegen einzelner Schussfäden möglich ist, so ist diese Methode des Eintragens überall da in Anwendung, wo aus bestimmten Gründen das Gegentheil nicht umgangen werden kann.

Ein Garnknäuel, ein Kötzer, eine mit Garn bewickelte Spule kann nur mit der Hand und ohne weitere Hilfsmittel durch das Fach gebracht werden, wenn das Gewebe sehr schmal ist. Aber auch hierbei würde ein ungeschützter Garnkörper durch Anstreifen an den Kettenfäden etc. die Windungen leicht in unregelmässiger Weise abfliessen und das Garn rauh und unansehnlich zurück lassen. Namentlich aus diesen Gründen wird derselbe daher mit einem Körper umgeben, der zunächst das Garn bequem durchzubringen gestattet, dasselbe gegen Verletzung schützt und dann ein regelmässiges Abwickeln verbürgt. Dieser Körper, der zum leichten Durchdringen an beiden Enden pfeilartig zugespitzt, im Innern zur Aufnahme von Garn mit einer Höhlung und ausserdem mit einer Vorrichtung zur Regulirung des Abwickelns ausgestattet sein muss, wird die Weberschütze[1]) (Schütze, Weberschiffchen, Schiffchen, Navette, *Shuttle*) genannt.

Abgesehen von dem einen Vorschlag, die Schütze auf einem unter der Kette hin- und herlaufenden Wagen zu bewegen,[2]) wird sie stets entweder mit der Hand kräftig durch das Fach geworfen (Handschütze, Navette

---

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1834. S. 29, 128; 1854. S. 14; 1871. S. 259. — Polyt. Centr., 1854. S. 1, 14, 736; 1864. S. 692. — Dingler's Journ., Bd. 132. S. 417; Bd. 172. S. 72; Bd. 173. S. 18. 2) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1874. S. 44. — Polyt. Centr., 1870. S. 394. — Dingler's Journ., Bd. 194. S. 99; Bd. 195. S. 202.

à main, *Hand shuttle*) oder in Folge eines Anstosses mit grosser Geschwindigkeit hindurch getrieben (Schnellschütze, Navette volante, *Fly shuttle*). Damit in beiden Fällen die lebendige Kraft ausreicht, die Widerstandsarbeit der Reibung, der Garnabwickelung etc. zu leisten, so ist der Schütze eine genügende Masse zu geben, da ihre Geschwindigkeit nicht beliebig gross genommen werden kann. Aus dem Grunde besteht der Schützenkörper, Fig. 495 A, entweder aus schwerem Holze (Buchsbaum) oder aus Eisen, beziehungsweise Stahl, Aluminiumbronze etc. Die hölzernen Schützen werden noch gegen die Abnutzung an den Spitzen a a mit Metallhülsen etc. und an den Laufflächen mit Drahtstreifen beschlagen. Da es wünschenswerth ist, den inneren Raum der Schütze so gross als möglich zu machen, die Gesammthöhe der Schütze sich aber nach der Sprunghöhe des Faches richten muss, so pflegt man neuerdings die grösseren Schützen aus in Formen gestanzten (S. 165) Stahlblechstücken herzustellen, welche je eine Seite bilden und durch Löthen zugleich mit den massiven gehärteten Stahl-Spitzen verbunden werden, so dass die Schütze mehr den Charakter eines Rahmens d d oder eines oben und unten offenen Kastens erhält, Fig. 495 D.

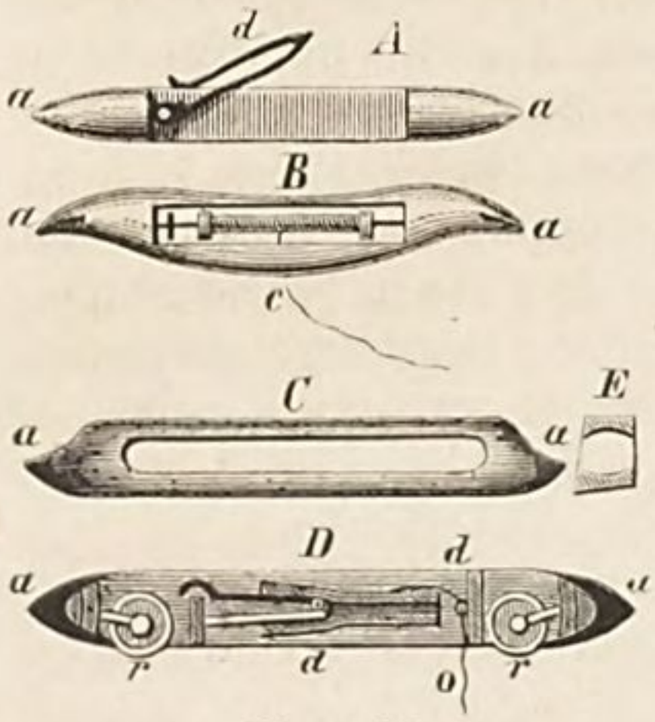


Fig. 495.

Zum bequemen Einlegen in die Schütze ist das Schussgarn stets auf einen festen Körper gebracht, der auf passende Weise in der Schütze festgehalten und Schussspule genannt wird. Diese ist entweder so bewickelt, dass das Garn sich nur durch Drehung derselben, also in tangentialer Richtung, wieder abwickeln kann, wie bei der Spule der Watermaschine (S. 605), oder so, dass ein Abziehen in der Achsenrichtung stattfindet, wie bei den Kötzern S. 583. Im ersteren Falle tritt daher auch das Garn seitwärts in der Mitte durch die Schützenwand bei C nach aussen, um von der Spule allmählich abgerollt zu werden (daher Abrollspule); im zweiten Falle muss es erst eine kurze Strecke in der Achsenrichtung laufen, um abzuschleifen (daher Schleifspule) und kann demnach nur an einem Ende der Schütze aus der seitlichen Oeffnung o heraustreten. — Da Schleifspulen, wenn sie nach den Gesetzen richtig gebildet sind, wie S. 583 bei der Kötzerentstehung ausführlich erörtert ist, sich leichter abwickeln als die Abrollspulen und da man hierbei ohne Weiteres das Produkt der Spinnerei selbst (die Kötzer) benutzen kann, so bildet sie weitaus die Regel. — Zur Befestigung der Abrollspule dient eine durch die Spule gesteckte und mit den Enden in dem Schützenkörper sitzende Achse aus Draht, Fischbein etc. (Seele, Zwecke, Schützenzwecke, Broche, Pointicelle, *Spit*). — Zur Aufnahme der Schleifspule (die oft durch eine Papierhülse «Kötzerhülse» vertreten wird), ist in der Regel in dem Spulenraum eine zum Herausschlagen eingerichtete Seele d angebracht, die entweder wie eine Spindel, S. 578, einfach konisch ausläuft oder gespalten ist, um dadurch eine zum Festhalten der Spule nothwendige Feder zu bilden. Gegen ein nichtbeabsichtigtes Aufklappen der Seele dient eine eingelegte Feder.

Weil in Folge der schnellen Bewegung der Schütze das an einem Ende im Gewebe bereits festsitzende Garn im Augenblick, wo die Schütze stillsteht, sich weiter abzuwickeln die Tendenz hat und deshalb sich nicht genügend ausgespannt, also nicht gerade einlegt, sowie auch an den Rändern

des Gewebes leicht Schleifen bildet und dadurch die Egge verunstaltet, so muss zwischen der Schussspule und dem durch ein Glas- oder Porzellanröhrchen ausgefütterten Austrittsloche für das Garn eine Vorrichtung angebracht werden, welche entweder die Weiterabwickelung verhindert, oder das zuviel Abgezogene wieder zurückholt. Da die Einrichtung nach dem ersten Prinzip aus einem bremsartig wirkenden Hinderniss bestehen kann, nach dem zweiten Prinzip aber aus weniger einfachen Mechanismen zusammengesetzt werden muss, so wird fast nur diese Bremsung,[1]) allerdings in mannigfaltigster Anordnung angewendet. In einfachster Form besteht der Bremsapparat in einigen Borsten oder einer Stahlfeder, welche sich federnd auf die Spule oder das Garn legen, oder in kleinen fingerartigen Klappen, die übereinander greifen und das Garn zickzackartig zwischen sich nehmen, oder in kleinen Druckwalzen, die das Garn passirt u. s. w.

Bezüglich der Schützenform ist noch zu bemerken, dass die mit der Hand durchgeworfene Schütze wegen ihrer, durch das Schwingen des Armes erfolgenden, bogenförmigen Bahn mit krummen Enden ausgestattet sein muss, Fig. 495 B, während die, durch einen zentralen Stoss durchgetriebene Schütze symmetrisch und so zu bauen ist, dass die gerade Linie, welche durch die Spitzen a a geht, eine Schwerpunktslinie bildet. — Der Querschnitt der Schütze wird gewöhnlich dem des Faches angepasst und daher trapezförmig, Fig. 495 E, gemacht.

Die Grösse des Schütze ist sehr verschieden, kleiner für feine, grösser für grobe Garne, kleiner für schmale Ketten (Band), grösser für breite Ketten (Segeltuch, Wollengewebe). Ihre Länge beträgt durchschnittlich 100 bis 500 mm., ihre Höhe 12 bis 50 mm. und ihre Breite 18 bis 75 mm. Ebenso variirt ihr Gewicht. Während einerseits die Handschützen für feine Leinwand, Battist etc. nur 30 bis 40 gr. wiegen, beträgt das Gewicht grösserer Holzschützen wohl 250 bis 350 gr. und das der eisernen oft sogar 1 bis 1,5 kg.

Beim Durchfliegen der Schütze durch die geöffnete Kette darf die erstere zur Vermeidung von Unordnungen und Verletzungen nur in seltenen Fällen von den unten liegenden Kettenfäden getragen werden. Daher ist fast ausnahmslos unmittelbar unter der Kette zum Tragen der Schütze eine Bahn[2]) (Schützenbahn, *Race*) angebracht, welche aus einem hölzernen Brette besteht, das breit genug ist, um zugleich das Ablaufen der Schütze zu verhindern und so liegt, dass die Kettenfäden darauf ruhen. — In dem Falle, wo die Schütze vermittelst eines besonderen Wagens bewegt wird,[3]) ist natürlich die Bahn für diesen Wagen eingerichtet.

Damit es ferner gelingt, die Schütze, namentlich wenn sie ein grosses Gewicht hat, mit möglichst wenig Kraft durchzutreiben, ist es sehr vortheilhaft, sie mit Lauf-Rollen r r, Fig. 495 D, auszustatten, welche aus Holz, Metall, Leder, oder einem ähnlichen Material angefertigt sind, nur wenig aus dem Schützenkörper hervorragen und über die auf der Bahn liegenden Kettenfäden weglaufen und dadurch ausserdem noch die Kette mehr schonen. — Um bei diesen Rollschützen das Tanzen zu verhindern, welches leicht entsteht, wenn in der Kette verschieden dicke Fäden, z. B. zur Leistenbildung vorhanden sind, werden die Rollen oft in eine bewegliche Gabel gelegt. Die Fig. 495 D mag eine hiermit versehene Rollschütze grösserer Gattung vergegenwärtigen.[4]) Die aus Stahlblech hergestellten Seiten d, welche zum Schutz gegen Einbauchen mit umgebogenen Rändern

---

1) Techn. Ecyklop., Bd. 20. S. 271. 2) Polyt. Centr., 1866. S. 52; 1869. S. 1053. 3) A. a. O. S. 55. 4) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1871. S. 259.

versehen sind, die zugleich zum Annieten des Bodens dienen, sind an den Spitzen a a durch Löthen vereinigt. Diese Spitzen sind sodann mit einer Kautschuklage ausgefüttert, an welcher die erwähnte Gabel zum Tragen der Rollen r r befestigt ist, so dass diese in der Schütze eine nachgebende Befestigung erhalten.

Während mit Hilfe später zu beschreibender Schlagvorrichtungen die Schütze durch die Kette getrieben wird und dabei über die Kettenfäden wegschleift oder rollt, entsteht für die letzteren die Gefahr, dass sie sich aus der ordnungsmässigen Lage verschieben. Zur Vermeidung dieser Gefahr müssen die einzelnen Kettenfäden durchaus an einer seitlichen Bewegung verhindert und in bestimmter Breite ausgetheilt erhalten werden. Dies lässt sich praktisch nur dadurch erreichen, dass man zwischen den Fäden aufrecht gestellte Stäbchen anbringt, an welchen die Fäden sich nur auf- und niederbewegen können. Die Zahl dieser Stäbchen soll so gross als möglich sein und ist am zweckmässigsten gleich der Zahl der Kettenfäden. Da aber in diesem Falle die Stäbchen nicht dicker sein dürfen, als der im Gewebe vorhandene Zwischenraum zwischen den Kettenfäden, so werden mitunter von diesen auch mehrere (2 bis 8) zwischen zwei solcher Stäbchen gelegt, weil diese dann stärker und widerstandsfähiger gemacht werden können. Damit die Stäbchen die sich dazwischen bewegenden Kettenfäden nicht verletzen, dürfen sie keine schneidigen Kanten haben; ihre Länge richtet sich nach der durch die Fachbildung bedingten Grösse der Arbeitsbewegung der Kette und ihr Stand muss ein solcher sein, dass sie sämmtlich in genau gleichen Entfernungen von einander stehen und bleiben. — Um der ersten Bedingung zu genügen, wurden diese Stäbchen früher aus gespaltenem Rohr angefertigt, dessen scharfe Kanten schnell durch Abnutzung verschwanden. Deshalb heissen sie noch Rohre oder Riete (Zähne, Dents, *Dents, Splits, Reeds*). Neuerdings stellt man sie häufiger aus geplättetem Stahl- oder Messingdraht, S. 178, her, welcher durch das Plätten abgerundete Ränder erhalten hat. — In passenden Längen (40 bis 160 mm.) abgeschnitten, werden dann die sämmtlichen die Breite des Gewebes einnehmenden Riete mit beiden Enden in genau gleichem Abstande miteinander vereinigt nnd, Fig. 496, zwischen zwei parallelen, hölzernen, 10 bis 12 mm. dicken und 15 mm. breiten, durch zwei Querstücke c (Frösche) fest verbundenen Stäben a a (Leisten, Wangen) so befestigt, dass ein rahmenartiges, mit Rieten r kammartig ausgefülltes Werkzeug entsteht, welches Blatt, Kamm, Weberblatt, Weberkamm, Rietblatt, Riet (Peigne, Ros, Rot, *Reed, Slay, Sley*) genannt wird. — Um bei der Anfertigung der Rietkämme (Blattbinden)[1]) mit leichter Mühe und grosser Sicherheit die gleichen Abstände und vollkommen parallele Lage der Riete zu erhalten, werden diese mit ihren Enden zwischen zwei Stäbchen n n, Fig. 496 B, gelegt und die Stäbchen mit einer Baumwollenschnur oder einem Draht so schraubenförmig umwickelt, dass dieser Draht jedesmal zwischen zwei Riete zu liegen kommt, und demnach die Entfernung der Riete bestimmt und ihre parallele Lage sichert. Zur Hervorbringung

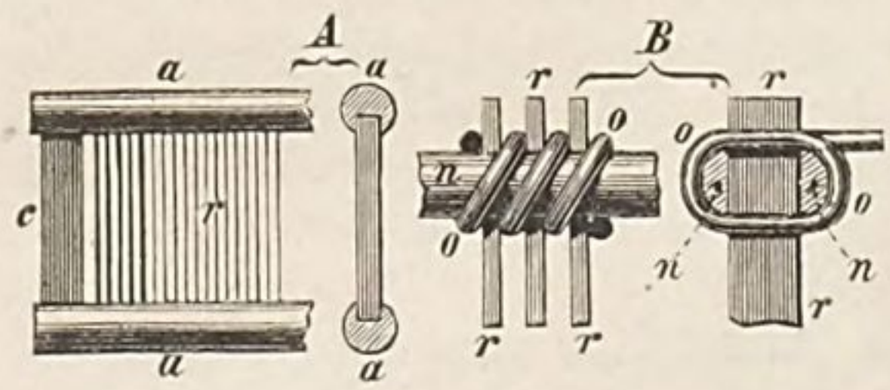


Fig. 496.

1) Berliner Verh., 1857. S. 219. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1855. S. 229. — Polyt. Centr., 1855. S. 1168. — Dingler's Journ., Bd. 137. S. 345.

der erforderlichen Steifigkeit werden die mit Bindfaden gebundenen Blätter an den Bindestellen wohl in geschmolzenes Harz oder Pech getaucht oder damit bestrichen und dann mit Papier beklebt; die mit Draht gebundenen Blätter aber mit Zinnloth vergossen oder verlöthet. Neuerdings geschieht die Anfertigung der Rietblätter auf Maschinen (Kammsetzmaschinen)[1]). Diese Blätter werden dann in die oben genannten, mit Nuthen versehenen Wangen eingeschoben und letztere darauf durch die Frösche vereinigt.

Beim Durchfliegen der Schütze, welches natürlich zwischen dem Rietblatt und dem Fachwinkel geschehen muss, in welchem der Faden zu liegen kommen soll, wird der letztere in erheblicher Entfernung und in schräger Lage von dem Fachwinkel sich befinden, weil die Schütze nicht soweit vordringen kann. Aus diesem Grunde ist es durchaus nothwendig, durch eine zweite Bewegung den eingeschossenen Faden an den vorhergehenden so anzudrängen, dass auch sämmtliche Schussfäden parallel und in gleichem Abstande voneinander sich im Gewebe befinden, wodurch das letztere zugleich gleiche Dichtigkeit bekommt, wenn im Augenblicke des Andrängens auch die Kettenfäden richtig auseinander gehalten werden. Da dieses Andrängen allein zweckmässig durch den vordringenden Kamm geschehen kann und da der Kamm beim Vordringen zum Fachwinkel den eingeschossenen Faden vor sich her schieben muss, so bildet der Kamm auch zugleich das Werkzeug zur Hervorbringung der richtigen Schussfadenlage, wenn seine Zähne in einer, den Schussfäden parallelen Ebene liegen und wenn er selbst eine Verschiebung parallel den Kettenfäden erhält. — Um bei der Ueberwindung der Widerstände, welche sich der Bewegung des Rietblattes entgegensetzen, ein Verbiegen oder Zurückdrängen des letzteren zu vermeiden, muss dasselbe in einen Rahmen gelegt werden, der aus zwei steifen Balken k und d, Fig. 497, besteht, wovon der eine unter, der andere über der Kette liegt und die seitwärts durch vertikale Stücke verbunden sind. Der untere Balken k dient dann ausserdem zweckmässig als Schützenbahn oder zur Aufnahme derselben. Zugleich erhält dieser Rahmen den Antrieb für die Bewegung des Blattes. Diese Bewegung kann entweder geradlinig horizontal oder durch Schwingung im Bogen um eine Achse erfolgen, welche über oder unter der Kette angebracht ist. Da diese letztere Bewegungsart wegen ihres geringeren Kraftverbrauchs und einfachen Erzielens ausschliesslich angewendet wird, so bedarf der Blattrahmen k noch einer Verbindung mit der Schwingungsachse durch seitwärts angebrachte Arme s, s (Schwingen, Lames, Montants, Epées, *Swords*). Die auf solche Weise entstandene Vorrichtung zum Halten und Bewegen des Rietblattes (Fig. 497) bildet die Lade[2]) (Schlag, Chasse, Battant, *Lay, Lathe, Batten*). Der untere mit den Armen festverbundene Balken k mit der Schützenbahn heisst der Klotz, Ladenklotz, Backen, Ladenbaum (Sommier, Masse, *Lay-Beam*), während der über der Kette liegende Balken d, der zum Einsetzen und Ausnehmen des Blattes an den Schwingen verschiebbar oder lösbar angebracht sein muss, den Namen Deckel, Ladendeckel (Chapeau, Cape, Poiguée, *Lay-cap*, *Pull-to*) führt. Die aus einem Stabe gebildete Schwingungsachse l endlich wird Prügel, Ladenprügel, Ladenstock, Ueberlage (Bâton, Porte-battant, *Rocking-tree*) genannt.

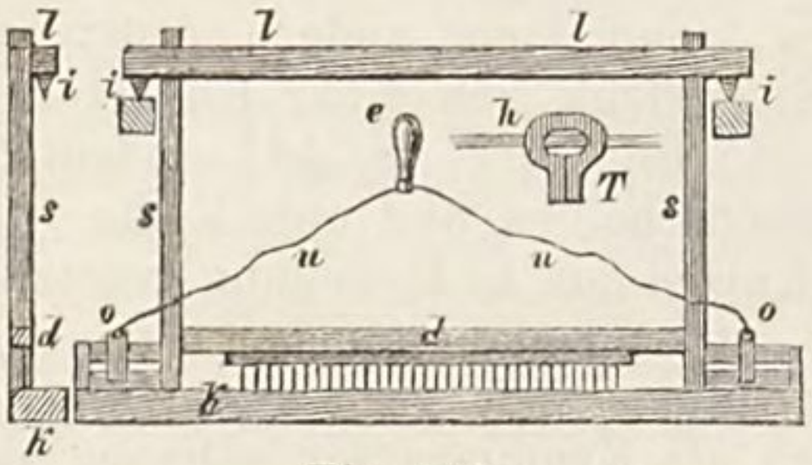


Fig. 497.

1) Berliner Verh., 1857. S. 227. 2) Polyt. Centr., 1863. S. 383.

Wenn die Lade durch die Hand des Arbeiters in Bewegung gesetzt werden soll, um den Faden, von dem Rietblatt an vielen Punkten gefasst, an den vorhergehenden anzuschieben (Schlagen, Anschlagen[1]), Frapper, *Beating*), so wird aus Bequemlichkeitsgründen die Schwingungsachse über der Kette in etwa 1,2 m. Entfernung angebracht und mit Schneiden, Spitzen i oder Zapfen auf dem zu dem Zwecke mit Pfannen oder halben Lagern versehenen Gestell so etwas schräg aufgehängt, dass sie die Tendenz hat, dem Weber entgegen zu schwingen.

Soll dahingegen das Anschlagen der Lade durch Elementarkraft erfolgen, so ist zunächst die vorhandene rotirende Bewegung in eine hin- und hergehende umzusetzen und diese sodann auf die Lade zu übertragen, welche nunmehr auf Schwingen liegt, die, namentlich aus Gründen der Stabilität, ihre Drehachse unter der Kette bekommen. Die Bewegung der Lade muss einem bestimmten Gesetz folgen, welches vorgeschrieben wird durch die Bewegung der Schütze insofern, als die Lade in der äussersten Stellung dem Kettenbaum zu so lange feststehen muss, dass die Schütze, ohne von der Lade getroffen zu werden, durch das Fach gelangen kann. Nachdem darauf die Schütze das Fach passirt hat, soll sich die Lade zur Ersparung von Zeit möglichst schnell vorwärts und rückwärts bewegen, aber auch am Schlusse der Vorwärtsbewegung langsam gehen, um durch einen schiebenden Druck den Schussfaden anzutreiben. Demnach stimmt das Gesetz der Ladenbewegung vollständig mit demjenigen überein, das S. 684 für die Tritte entwickelt wurde. Daher wird auch der Anschlag mit Hilfe ähnlicher Patronenscheiben am vollkommensten bewirkt, wenn nur die Lade gezwungen wird, sich stets an eine solche Scheibe anzulegen, was am einfachsten durch Federn, gewöhnlich lange Drahtspiralfedern, geschieht. Um diese Federn zu vermeiden, sind viele andere Antriebsvorrichtungen in Vorschlag gebracht[2]) (Kniegelenk von einer Kurbel abwechselnd geknickt und gerade gezogen, wie Fig. 197, S. 161 andeutet, Rahmenführung mit runden Dreiecken, Nuthenscheiben und eine Reihe von komplizirten Hebelverbindungen von einer Kurbel aus in Bewegung gesetzt). Derjenige Ersatz, welcher am einfachsten ist und daher neben den unrunden Scheiben fast ausschliesslich Verwendung findet, ist die einfache Kurbel mit Schubstange, welche gewöhnlich als Krummzapfen seltener als Kreisexzenter zur Wirkung gebracht wird. — Das Gesetz der Kurbelbewegung weist zwar nach, dass an den todten Punkten nur momentan ein Stillstand der Schubstange eintritt und dass die Kurbel nicht im Stande ist, dem Gesetze der Ladenbewegung vollkommen zu genügen. Allein da in der Nähe der todten Punkte die Bewegungsprojektion des Schubstangenkopfes und demnach die Ladenschwingung sehr klein ist, so hindert sie den Durchgang der Schütze nicht nennenswerth, wenn die letztere eine grosse Geschwindigkeit hat und wenn das Gewebe schmal, also der Schützenweg kurz ist. In diesem Falle steht daher die Kurbel (Fig. 498 A) wegen der Einfachheit ihrer Anordnung fast ausschliesslich in Gebrauch. — Ist jedoch das Gewebe sehr breit (Segelleinwand, Tuche etc.), oder gebraucht aus anderen Gründen die Schütze viel Zeit zu ihrem Durchgange, dann muss man unbedingt zu den oben erwähnten Mechanismen mit Scheiben (Fig. 498 B) übergehen, umsomehr, als man diesen auch leicht eine Form geben kann, dass sie bei einer Drehung ihrer Welle die Lade zwei und mehrere Male anschlagen (Doppel- etc. Schlag).

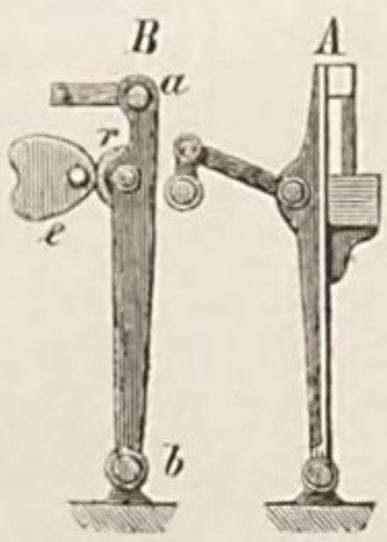


Fig. 498.

1) Polyt. Centr., 1858. S. 10; 1865. S. 1553. — Dingler's Journ., Bd. 147. S. 336.
2) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1872. S. 414.

Die bedeutende Länge der Lade fordert zur Bewegung derselben mindestens zwei Angriffspunkte, weshalb gewöhnlich zwei Kurbeln oder Exzenter vorhanden sind, die an den Schwingen angreifen. — Man kann aber vollständig mit einem Exzenter ausreichen, indem man denselben mit der Lade an mehreren Punkten in Verbindung bringt. Eine solche Verbindung, welche bei breiten Webstühlen sich vorzüglich bewährt hat, ist in Fig. 498 B mit 499 dargestellt. Ein seitwärts angebrachter Hebel a b, der um b drehbar aufgestellt, nimmt bei a eine Zugstange a d auf, welche an zwei Winkelhebeln h und h_1 sitzt, die mit der Lade L vermittelst kleiner Zugstangen verbunden sind, so dass also bei der Auswärtsbewegung des Hebels a b vermittelst des Exzenters e die Lade angezogen wird.

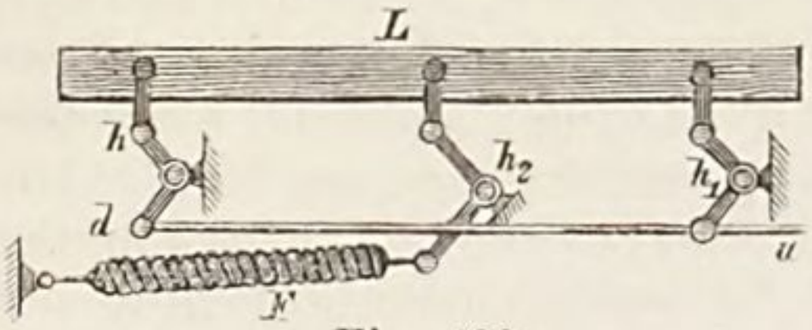


Fig. 499.

Die Spiralfeder F bewirkt nun zunächst eine Rückwärtsbewegung der Lade durch die Einwirkung auf den mit h_1 in Grösse übereinstimmenden Winkelhebel h_2 in Folge der Spannung, die sie während der Vorwärtsbewegung erhalten hat, und sodann indirekt durch die Hebel h und h_1 und die Zugstange a d ein Anpressen der an a b sitzenden Friktionsrolle r an das Exzenter e. — Des Beispiels halber ist in Fig. 498 zugleich ein Exzenter e gezeichnet, welches bei einer Wellendrehung die Lade zweimal anschlägt und zwar in kurzen Zwischenräumen.

Es ist bereits oben bemerkt, dass aus Zweckmässigkeitsgründen die Schützenbahn mit dem Ladenklotz verbunden wird. Damit die Schütze nicht durch die Luft weiterfliegt, muss aber an beiden Enden der Bahn, also in der Verlängerung des Klotzes, eine Vorrichtung zum Auffangen derselben angebracht werden, wenn das letztere nicht (wie bei der Handschütze) mit der Hand geschieht. Diese Vorrichtung besteht einfach aus einem oben offenen kastenförmigen Behälter o, Fig. 497, S. 705 (Schützenkasten, Boîte, *Box*, *Shuttle-box*), der etwas länger als die Schütze ist und zugleich zur Aufnahme derjenigen Theile dient, welche die (Schnell-) Schütze in Bewegung setzen. Aus dem Grunde müssen denn auch die zum Schützentreiben erforderlichen Organe so angeordnet werden, dass sie mit der Lade hin- und herschwingen können (Schnell-Lade, *Fly shuttle lathe*).

Zum direkten Antrieb befindet sich zunächst in jedem Schützenkasten ein bewegliches Stück, Fig. 497 T (Treiber, Schneller, Vogel,[1]) Tacot, Taquet, Chassenavette, Ras, *Driver*, *Picker*), welches von einem anderen Organ einen kräftigen Stoss erhält und denselben an die Schütze abgiebt. Damit dieses ohne eine Zertrümmerung der Schütze oder des Treibers und in der richtigen Direktion stattfinden kann, ist der letztere aus einem zähen Material herzustellen (aus ungegerbter Ochsen- oder Büffelhaut, Sohlleder, seltener Horn oder mit Kautschuk, Leder und dergl. beschlagenem Eisen) und in dem Kasten zu führen, indem er entweder auf einem starken Draht h, einer Flachschiene oder in Nuthen zwangläufig bewegt wird. — Die Bewegung selbst erfolgt dann, je nach Umständen, durch die Hand des Webers oder durch Schlagorgane, welche von Elementarkraft angetrieben werden. — Zum Treiben mit der Hand wird an den Treiber eine Schnur u gebunden, welche von der Hand gefasst, wie eine Peitsche ruckweise angezogen wird und dadurch zur Folge hat, dass der Treiber plötzlich vorschiesst und der davor liegenden Schütze einen Stoss ertheilt, vermöge

1) Polyt. Centr., 1856. S. 1056; 1858. S. 581; 1862. S. 951; 1863. S. 383, 1559. — Dingler's Journ., Bd. 165. S. 523.

dessen sie durch die Kette fliegt. Bei dieser, wegen eines schnellen Arbeitens etc. erforderlichen grossen Geschwindigkeit der Schütze, besitzt die letztere beim Austritt aus der Kette noch eine so bedeutende lebendige Kraft, dass es rathsam ist, dieselbe bereits auf dem Wege in dem Schützenkasten zu konsumiren. Um das mit Nutzen zu thun, wird sie deshalb dazu gebraucht, den Treiber, der von dem vorhergehenden Einschiessen noch am inneren Ende des Schützenkastens liegt, zurückzuschieben, um denselben ohne Zuthun des Arbeiters zu einem neuen Stoss in die äusserste Stellung zu bringen. Selten bleibt dann noch so viel lebendige Kraft übrig, dass ein Zurückfliegen der Schütze herbeigeführt und eine besondere Bremsvorrichtung, wie bei Elementarkraft-Antrieb, erforderlich wird. Der bequemen Handhabung wegen sind die zwei Treiberschnüre gewöhnlich mit einander zu einer sogenannten Peitsche (Touet, Sonnette, *Whip*) verbunden, welche mit einem kurzen Heft e versehen, abwechselnd nach links und rechts geschnellt wird.

Bei Anwendung mechanischer Vorrichtungen [1]) zum Durchschiessen der Schütze ist es ebenfalls die Aufgabe, der in ihrem Kasten liegenden Schütze einen Stoss zu ertheilen, der sie mit grosser Geschwindigkeit abwechselnd hin- und hertreibt. Entweder kann man dazu die Bewegung des Arbeiterarmes mit der Peitsche nachahmen, oder direkt schlagende Organe, oder angesammelte, plötzlich zur Wirkung gelangende, lebendige Kraft in Federn, komprimirter Luft etc. in Thätigkeit bringen und demnach eine grosse Zahl Mechanismen erhalten. — Nach dem ersten Prinzip werden, in horizontaler oder vertikaler Ebene, schwingende Arme angebracht, die mit Schnüren oder Riemen auf die Treiber einwirken, welche die Schütze fortstossen. Gewöhnlich befinden sich, Fig. 500 A, zu dem Zwecke für jeden Treiber ein horizontaler Arm a an einer vertikalen Welle b, die durch einen Schlagdaumen d, welche auf einen Arm e einwirkt, in schwingende Bewegung versetzt wird und dem weiter von der Drehachse entfernten Arme a eine schnelle Bewegung ertheilt, wodurch dieser Schlagarm zur Wirkung kommt und vermöge des Riemens r den Treiber t, somit die Schütze s vorschiesst. Damit hierbei die letztere allmählich aus der Ruhe in eine schnelle Bewegung geräth, muss der Treiber, mithin auch der Peitschenarm, eine Geschwindigkeit mit solcher Beschleunigung erhalten, dass der erstere bis zum letzten Augenblick mit der Schütze in Berührung bleibt. Nimmt man nun an, dass die auf die Schütze einwirkende Kraft konstant bleibt, so ist die Beschleunigung eine gleichförmige. Danach ergiebt sich leicht die Kurve, nach welcher der Schlagdaumen, Fig. 500 B, gekrümmt sein muss, als eine geometrische Spirale.

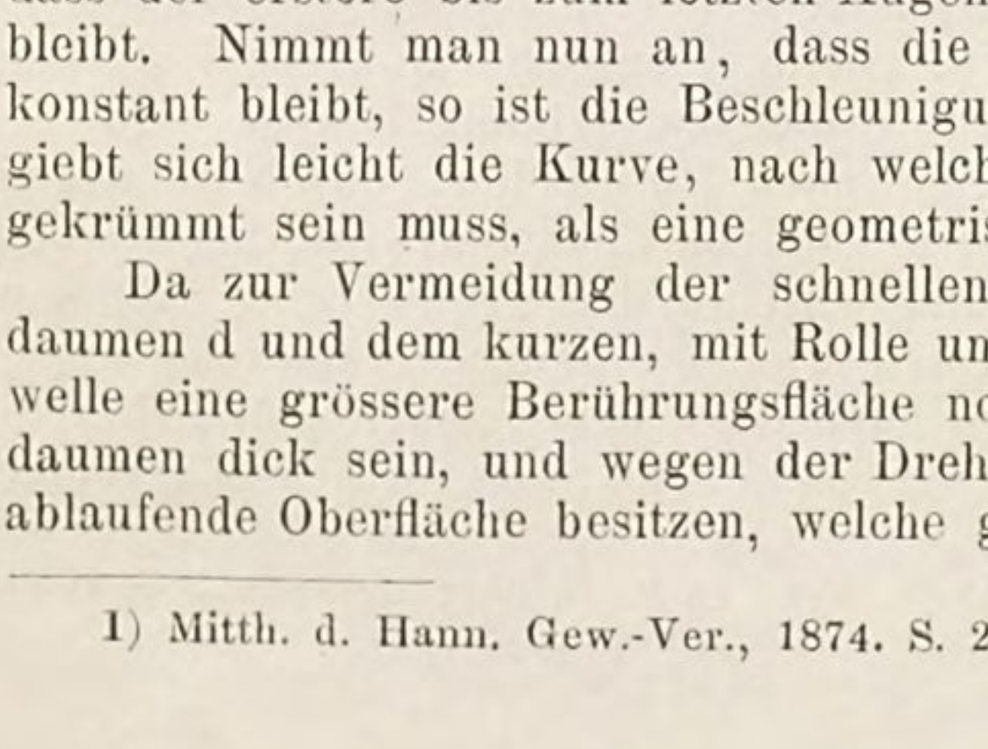


Fig. 500.

Da zur Vermeidung der schnellen Abnützung zwischen dem Schlagdaumen d und dem kurzen, mit Rolle umkleideten Hebel e an der Peitschenwelle eine grössere Berührungsfläche nothwendig ist, so muss der Schlagdaumen dick sein, und wegen der Drehung des kurzen Hebels eine schräg ablaufende Oberfläche besitzen, welche gegen die kegelförmige Rolle wirkt.

---

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1874. S. 23.

— Die Zurückbewegung der Peitschenwelle erfolgt nach jedem Schlag durch eine Spiralfeder, welche an einem Riemen wirkt, der sich bei der Drehung auf die Welle aufwickelt und dadurch zugleich die Feder spannt. Von dieser einfachen und daher gewöhnlichen Anordnung der oberschlägigen Peitsche kommen jedoch manche Variationen vor, von denen hier nur noch auf diejenige aufmerksam gemacht werden mag, welche den Peitschenarm zwar über der Kette, aber in einer Vertikalebene schwingen lässt, weil diese besonders in den Fällen anwendbar ist, wo das Ausholen in der Horizontalebene auf Schwierigkeiten stösst, z. B. bei Anwesenheit von Schaft- oder Jacquardmaschinen u. dergl.

Sehr oft wird übrigens der in einer Vertikalebene schwingende Schläger vorgezogen, welcher seinen Drehpunkt am unteren Ende der Ladenschwingen hat und also keines Peitschenriemens bedarf, sondern durch seinen Schlag direkt auf den Treiber einwirken kann. Eine Anordnung dieses Schlägers mit dem Antriebsmechanismus ist in Fig. 500 C. u. D dargestellt, welche erkennen lässt, dass der eigentliche, aus zähem Holze (Esche) angefertigte Schläger a mit dem oberen Ende in den Schützenkasten und durch den Treiber t hindurchragt und mit dem unteren Ende in eine eiserne Büchse gesteckt ist, welche um einen Zapfen schwingt, der in dem, mit der Ladenachse d verbundenen Stück i gelagert ist, so dass der Schläger die Oszillation der Lade mitmacht. An der Seite der Büchse b sitzt ein Riemen e mit einer Oese o, durch welche das Ende eines um u drehbaren Hebels gesteckt ist, auf den eine Rolle r einwirkt, welche mit der Welle w herumgenommen wird und an den entsprechend geformten Rücken des Hebels anstösst, welcher seinerseits den Stoss, verstärkt durch das Hebelverhältniss, auf den Lederriemen e überträgt. Da nun ferner der Abstand der Oese o vom Drehpunkt des Schlägers bedeutend kleiner ist, als derjenige des Treibers, so wird dieser mit einem um noch so viel grösseren Stoss vorwärts getrieben. Auch bei dieser Konstruktion zieht eine Spiralfeder f mit Riemen i den Schläger nach dem Ende des Schützenkastens zurück.

Für sehr schwer gehende Schützen oder solche, die einen langen Weg zurücklegen müssen, ist es vortheilhaft, die Bewegung gleich im Anfang mit grosser Geschwindigkeit beginnen zu lassen, damit noch auf dem kurzen Wege durch den Schützenkasten, in Folge einer fortdauernden Krafteinwirkung, eine bedeutende Beschleunigung erreicht werden kann. In solchen Fällen hat sich die durch langsame Spannung in einer langen Drahtspiralfeder angesammelte mechanische Arbeit, welche plötzlich zum Stoss auf den Treiber verwendet wird, als besonders brauchbar gezeigt, weshalb diese Art Mechanismus zur Schützenbewegung sehr oft bei breiten Stühlen mit schweren Schützen in Anwendung getroffen wird. — Es handelt sich dabei offenbar ausser der Verbindung der Feder mit dem Schläger um drei Aktionen: um die Spannung der Feder, um die Arretirung derselben nach der Spannung und um die plötzliche Lösung der Arretirung, wodurch abwechselnd der linke und rechte Schläger zur Thätigkeit gelangt. — Zur näheren Erklärung dieser Federschlageinrichtung[1]) mag eine in Fig. 501 skizzirte bewährte Konstruktion dienen. Eine lange zylindrische Spiralfeder EF ist mit ihren Enden an den Schlägern a befestigt, welche sich um Bolzen c drehen können. Um dieselben Bolzen sind zwei Winkelhebel bcd unabhängig von dem Hebel drehbar angebracht, welche unter sich durch die Stange f und gemeinschaftlich durch die Stange e mit der Kurbel k verbunden sind, so dass bei einer Kurbelumdrehung beide Hebel

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1871. S. 259.

einmal hin- und herschwingen. In der einen Bewegungsrichtung, z. B. in der durch einen Pfeil angedeuteten, drängt der linke Hebel b c d mit einem seitwärts sitzenden Vorsprung den Schläger a zum Ausholen hinaus und zwar soweit, bis die Falle m n zur Arretirung über einen Stift des Schlägers geschnappt ist und letzteren dadurch festhält. Tritt darauf die Kurbel die Drehung (wie rechts sichtbar) in der zweiten Kreishälfte an, so wird die Bewegung der beiden Winkelhebel eine entgegengesetzte und der rechte Schläger zum Ausholen zurückgedrängt, während der linke durch die Falle m n festgehalten wird. In Folge dessen spannt sich die Feder E F auf das gewünschte Mass an. Unmittelbar bevor die Kurbel k eine halbe Drehung vollendet hat, tritt dann ein regulirbarer Stift i am Ende b des Winkelhebels gegen das Ende m der Falle m n und hebt sie aus. Hierdurch wird die Arretirung plötzlich gelöst und durch die Spannung der Feder der nunmehr freigewordene Schläger fortgeschnellt, ein Vorgang, der sich sodann abwechselnd links und rechts bei jeder Umdrehung der Kurbel wiederholt. — Da es bei dieser Anordnung sehr umständlich sein würde, den Mechanismus von der Kurbel k aus zu bewegen, wenn derselbe an der Lade sässe, so hat man die Verbindung mit dem Treiber wieder durch eine Treiberschnur S hergestellt, wie bei dem Oberschlag, und den Schlagapparat für sich montirt. Die Anbringung der Treiberschnur verlangt aber dann noch einen besonderen Schieber s, welcher während der Seitenbewegung des Schlägers den Treiber zurückschiebt und zu dem Zwecke von Winkelhebel b c d vermittelst der Stange x y und der Schubstange 2 hinausgeschoben wird. In dem Augenblicke, wo der Schläger die Schwingung vollendet hat, würde der Treiber mit solcher Gewalt gegen seine Führung schlagen, dass diese einer schnellen Zerstörung ausgesetzt wäre. Um dies zu verhindern, ist unterhalb der Lade eine Fangrolle u angebracht, um die sich der Riemen herumschlingt und dadurch die Bewegung des Treibers allmählich hinanhält. Ferner sind noch ein Paar Buffer vorhanden, von welchen im letzten Moment des Schlages die Peitschenarme aufgefangen werden.

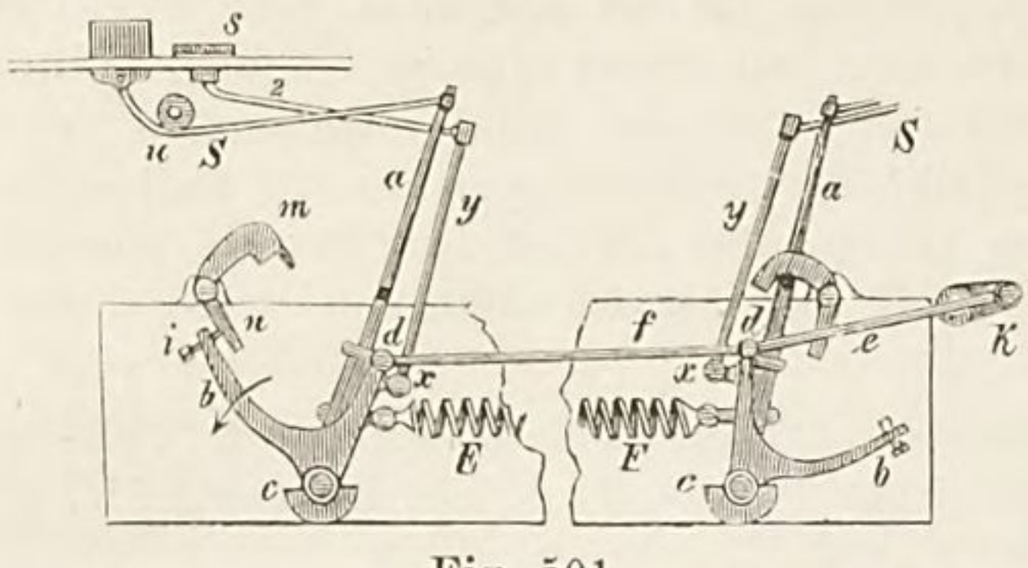


Fig. 501.

Endlich ist hier noch zu erwähnen, dass man sowohl zur Bewegung der Lade als der Schütze[1]) komprimirte Luft in Vorschlag gebracht hat, aber wie es scheint, mit wenig Erfolg (Pneumatischer Webstuhl,[2]) Atmosphärischer Webstuhl, *Pneumatic loom*).

Wenn die Schütze durch das Fach der Kette hindurchgestossen wird, kann sie nur dann eine geradlinige Richtung parallel zu dem Rietblatt verfolgen, wenn der Stoss genau zentral ist und wenn die Widerstände an beiden Seiten der Stosslinie vollständig gleich sind. Da beides nicht zutreffen kann, — denn schon der seitwärts austretende Schussfaden vertheilt die Widerstände anders — so würde es sich oft ereignen, dass die Schütze in schiefer Richtung von der Schützenbahn hinunter- und aus der Kette

1) Polyt. Centr., 1854. S. 588. — Dingler's Journ., Bd. 132. S. 181. 2) Deutsch. Ind.-Zeit., 1872. S. 262. — Berliner Verh., 1865. S. 74. — Polyt. Centr., 1865. S. 515. — Dingler's Journ., Bd. 170. S. 310; Bd. 175. S. 426.

herausflöge, wenn man dieselbe nicht zu einer Bewegung auf der Schützenbahn zwänge. Dieser Zwang kann nur durch eine Art Kraftschluss bewerkstelligt werden, welcher so angeordnet ist, dass die Schütze sich während ihres Laufes mit einer gewissen Pressung an das Rietblatt anlehnt. Betrachtet man das letztere als die Tangente eines horizontalen Kreises, dessen Mittelpunkt dem Kettenbaum zugekehrt liegt, und giebt man der Schütze die Tendenz, sich in dieser Kreislinie zu bewegen, so wird sie durch das Rietblatt zwar an der Ausführung dieser Bewegung verhindert, durch das Bestreben vom Kreismittelpunkt in konstanter Entfernung zu bleiben aber auch an das Rietblatt angedrückt, also zwangläufig durch Kraftschluss gemacht. — Zur Erzeugung der besagten Tendenz giebt es zwei verschiedene Wege. Bei Rollschützen hat man nur nöthig, die Achsen der Rollen so zu stellen, dass sie sich in dem Mittelpunkte des Führungskreises schneiden, wodurch sie, je nach der Länge der Schütze, einen Konvergenzwinkel von 1,5 bis 4 Grad bekommen.[1]) — Wenn bei Schleifschützen die Stossachse nicht durch den Schwerpunkt geht, sondern dieser horizontal seitwärts liegt, so wird derjenige Theil der Schütze, in dem der Schwerpunkt liegt, auf der Bahn mehr vertikal Druck ausüben, als der andere, und in Folge des Drucküberschusses bei der Fortbewegung der Schütze diese Seite zurückhalten und die Schütze zwingen, nach derselben Seite von der Bahn abzugehen. Deshalb kann man einer Schleifschütze den Zwanglauf dadurch ertheilen, dass man die Spitzen, welche den Stoss aufnehmen, in eine Linie a a legt, die in der horizontalen Schwerebene neben dem Schwerpunkt vorbeigeht, wie Fig. 495 C, S. 702 an der dort gezeichneten Schütze zeigt.

Die grosse Geschwindigkeit, mit welcher die Schütze durch die Kette geschossen wird, erzeugt in ihr eine solche Stosskraft, dass sie leicht von der Endwand des Schützenkastens zurückschlägt. Um diesen Rückschlag zu verhindern, werden daher in dem Schützenkasten oft noch Vorrichtungen zum Bremsen der Schütze erforderlich. Dieselben bestehen gemeiniglich nur in Blattfedern, die sich entweder selbst oder einen Bremsklotz an die Schütze drücken, wenn diese den Weg dnrch die Kette zurückgelegt hat. Zugleich wird diese Bremsvorrichtung dazu benutzt, den ganzen Mechanismus zum Stillstand zu bringen, wenn die Schütze nicht in den Kasten tritt, also herausgeflogen oder in der Kette stecken geblieben ist (Schützenwächter)[2]). — Desgleichen sind gewöhnlich noch mit der Lade Einrichtungen verbunden, welche die Bewegungen einstellen, wenn der Faden gerissen ist (Schusswächter). In der Regel wird hierzu an einem Schützenkasten ein kleines Gitter eingesetzt, vor das sich der Faden legt und dadurch kurz vor dem Ladenschlage eine sich gegen das Gitter bewegende Gabel zurückdrängt, welche mit einem hakenförmigen Ende versehen ist, das nur dann hinter einen Ausrückhebel greift, wenn bei abgerissenem Faden die Gabel durch das Gitter treten kann. Sehr zweckmässig erscheinen elektro-magnetische Ausrückvorrichtungen.[3])

III. **Breithalten des Gewebes.**

Damit in Folge der Anspannung des Schussfadens das Gewebe sich nicht in der Breite zusammenziehen und eine unregelmässige, runzelige Beschaffenheit erhalten kann, müssen Vorkehrungen getroffen werden, welche

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1854. S. 14. — Polyt. Centr., 1854. S. 736. — Dingler's Journ., Bd. 183. S. 417. 2) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1871. S. 258. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1863. S. 202. — Polyt. Centr., 1853. S. 1442; 1864. S. 647; 1875. S. 1501. — Dingler's Journ., Bd. 168. S. 361; Bd. 174. S. 181. 3) Prakt. Masch.-Constr., 1876. S. 129, 145. — Centralbl. für Textil-Industrie, 1876. S. 3. — Dingler's Journ., Bd. 218. S. 402.

zunächst verhindern, dass sich beim Anschlagen die Leistenfäden nach innen biegen und dann dafür sorgen, dass das Gewebe nach der Breite gehörig und regelmässig ausgespannt wird. Das erste erreicht man sehr einfach dadurch, dass man, Fig. 496, die äussersten Zähne an beiden Enden des Rietblattes recht stark macht, also gegen Verbiegen schützt. — Zum Ausspannen dahingegen bedient man sich eines besonderen Werkzeuges, welches Spannstock,[1]) Sperruthe, Tempel oder Tömpel (Temple, Templet, Tempe, Templon, *Temple*, *Templet*, *Stretcher*) genannt und entweder von der Hand oder selbstthätig zur Wirkung gebracht wird. In ersterem Falle besteht dasselbe in der Regel aus zwei platten, am Ende etwa 50 mm. breiten hölzernen Stäben a und b, Fig. 502 A, welche neben einander verschoben und der Breite des Gewebes angepasst werden können, in dessen Egge man sie mit den an den Endflächen schräg eingesetzten Spitzen S einsticht, wobei stets zwei Tempel miteinander abwechseln. — Unter den selbstthätigen Tempeln (Zeugspanner, Breithalter, Temple continu, T. mécanique, *Self-acting temple*, *Self-adjusting temple*) hat der in Fig. 502 B dargestellte sog. Rädchen- oder Walzen-Tempel die grösste Verbreitung gefunden. Derselbe besteht wesentlich aus einer Anzahl Ringe d d, welche an der Peripherie mit Spitzen aus Stahl ausgestattet und schief auf eine Achse a gesteckt sind, um welche sie sich drehen können. Bei dieser Drehung bewegen sich die Zähnchen in einem schief zur Achse stehenden Kreise, so dass sie bei einer ganzen Drehung in der Achsenrichtung einen Weg x zurücklegen, der dieser schrägen Lage entspricht. Führt man daher das Gewebe unter oder über diese Stachelrädchen hinweg, so wird es nicht nur von diesen Stacheln gefasst, sondern auch vermöge der von dem Gewebe auf die Rädchen übergetragenen Bewegungen nach aussen gedrängt und zwar um eine Grösse, die von dem Bogen abhängt, in welchem das Gewebe die Rädchen umspannt. Zur Führung des Gewebes dient ein die Rädchen umschliessender Deckel y, der um n gekippt werden kann, und zur Befestigung des ganzen Apparates die Stange m, auf welcher der eigentliche Tempel verschiebbar und feststellbar ist.

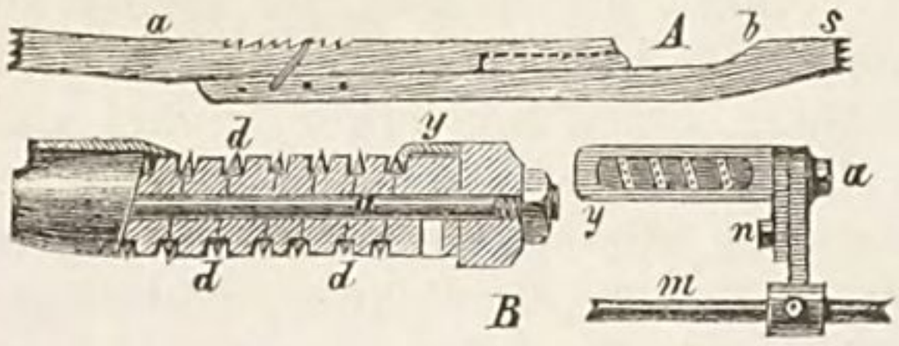


Fig. 502.

Für schwere Stoffe wird auch wohl der sog. Kettentempel[2]) verwendet, der aus einem Riemen ohne Ende gebildet ist, welcher Stachelstäbe trägt und damit langsam vorrückt.

IV. **Die Webstühle.**

Die in Obigem dargestellten einzelnen, zum Weben erforderlichen Werkzeuge und Organe können in unzähligen Kombinationen zu denjenigen machinalen Vorrichtungen vereinigt werden, die allgemein den Namen Webstuhl[3]) (Métier, Métier à tisser, *Loom*, *Weaver's loom*) führen, insbesondere

---

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1854. S. 77, 80; 1858. S. 265; 1860. S. 170. — Polyt. Centr., 1854. S. 1029, 1030; 1856. S. 1054; 1857. S. 1411; 1858. S. 841; 1859. S. 24; 1861. S. 906; 1864. S. 1012; 1867. S. 362. — Dingler's Journ., Bd. 133. S. 346. Bd. 151. S. 99; Bd. 172. S. 411; Bd. 193. S. 193. 2) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver. 1871. S. 263. 3) Berliner Verh., 1852. S. 114; 1854. S. 90; 1855. S. 131; 1857. S. 234; 1862. S. 270. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1868. S. 5; 1871. S. 247. — Civil-Ing., 1876. S. 1. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1872. S. 262; 1875. S. 143; 1876. S. 453 — Wollen-

aber in Handstühle (Métier à bras, *Hand loom*) und Maschinenstühle (Kraftstühle, Mechanische Webstühle, Métier mécanique, *Power loom*) eingetheilt werden, je nachdem ihre Thätigkeit durch Menschen- oder Elementarkraft erfolgt.

Eine weitere Eintheilung lässt sich machen nach dem Erzeugniss des Webstuhls: Stuhl für glatte, geköperte, figurirte, gaze- und sammtartige Stoffe, Bandstuhl etc.; ferner nach dem Material des Gewebes: Shirtingstuhl, Leinwandstuhl, Tuchmacher- oder Tuchstuhl, Tafftstuhl, Drahtweberstuhl. — Wenn zwar auf solche Weise eine grosse Zahl Webstuhl-Konstruktionen entstehen, welche einzelnen Fällen angepasst sind, und zum Theil willkührliche Verschiedenheiten darbieten, so lassen sich doch auch hier einige Typen aufstellen, welche genügen, um eine allgemeine Kenntniss des Webstuhls zu erlangen und um andere Konstruktionen zu verstehen.

Der einfachste Webstuhl ist der mit Hand betriebene Leinwandstuhl, bei dem die einzelnen Webeoperationen: Fachbildung durch Treten, Einschiessen mit der Hand oder Peitsche, Anschlagen der Lade, Aufwickeln des Zeuges, Vorrücken der Spannruthe, wohl in einer bestimmten Reihenfolge aber in vollständiger Unabhängigkeit von einander mit den Händen und den Füssen des Webers vollzogen werden. — Dem gegenüber steht der mechanische Webstuhl, der so eingerichtet ist, dass sämmtliche Webeoperationen nicht nur in vorschriftsmässiger Reihenfolge, sondern auch in bestimmten kleinen Zeitintervallen und in voller Abhängigkeit von einander von einem Antriebsorgan ausgehen, selbst auch in dem Falle, wo die Fachbildung mit Hilfe der Jacquardmaschine vorgenommen wird.

Da sich die Leistung eines Webstuhls bemisst nach der Länge von Zeug, welche in einer bestimmten Zeit fertig wird und bedingt ist durch die Zahl der in dieser Zeit gemachten Einschüsse, so kann man diese Zahl als Ausgangspunkt für die Bestimmung der Abhängigkeit sämmtlicher Bewegungen und Bewegungsorgane nehmen. — Der einfachste Fall ist der, wo auf einen Einschuss ein Anschlag, ein Tritt und ein Vorschub des Zeugbaums folgt. Ist dann die Bindung eine leinwandartige, so müssen zwei verschiedene Hebungen für zwei Schüsse und zwei Schläge erfolgen. Geht die Bewegung nun z. B. von der Ladenwelle aus und wird auf die Schaftwelle übertragen, so muss die erstere zwei Umdrehungen machen, bei einer Umdrehung der zweiten, woraus sich ein Uebersetzungsverhältniss zwischen den Transporteur-Zahnrädern von 1 : 2 ergiebt. Für 3, 4, 5 . . . n schäftigen Köper wäre demgemäss das genannte Verhältniss 1 : 3; 1 : 4; 1 : 5; . . . . . 1 : n. — Findet dann nach jedem Anschlag eine Schaltung des Zeugbaumes Statt, so kann diese direkt von der Lade oder der Ladenwelle aus geschehen. — Bei der Leinwandbindung ist ebenso die Schaftwelle für die Schützenschläger- oder Peitschenbewegung dadurch benutzbar zu machen, dass man in jedem Ende einen Schlagdaumen anbringt, wovon der eine um 180° gegen den anderen versetzt ist. Diese Antriebsanordnung

---

gewerbe, 1875. S. 652; 1876. S. 300, 971 etc. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 133; 1875. S. 234; 1876. S. 129, 145. — Publ. ind., V. 1. S. 351; V. 7. S. 308; V. 8. S. 280; V. 9. S. 459; V. 15. S. 389, 402; V. 16. S. 93, 363; V. 17. S. 198. — Polyt. Centr., 1854. S. 588; 1855. S 400, 532; 1856. S. 1057; 1857. S. 1113; 1858. S. 577, 582; 1861. S. 681, 790; 1862. S. 991; 1865. S. 515, 853; 1868. S. 566; 1869. S. 238, 1156; 1870. S. 188, 394, 416; 1875. S. 445, 670. — Dingler's Journ., Bd. 132. S. 78; Bd. 35. S. 94; Bd. 141. S. 235; Bd. 159. S. 395; Bd. 170. S. 310; Bd. 175. S. 426; Bd. 182. S. 13; Bd. 183. S. 191; Bd. 184. S. 305; Bd. 189. S. 33; Bd. 194. S. 416; Bd. 195. S. 202; Bd. 194. S. 509.

kann auch in allen Fällen beibehalten werden, wo die Zahl der Hebungen zu einem Rapport eine gerade ist, weil hierbei eine Vertheilung der Schlagdaumen zu gleicher Zahl auf beide Enden der Schaftwelle dies Einschiessen abwechselnd von links nach rechts und umgekehrt ermöglicht. Ist die Zahl der zu einem Rapport gehörenden Schüsse eine ungerade, so sind die Schlagdaumen an einer besonderen Schlagwelle anzubringen, die z. B. von der Ladenwelle aus so bewegt wird, dass eine Drehung der ersteren zwei der letzteren entspricht. Oder man benutzt dann zweckmässig eine Anordnung, bei der von einer Stelle aus beide Peitschen etc. angetrieben werden, wie bei dem Federschlag S. 710.

Sind ferner die Bewegungsgrössen und Geschwindigkeiten[1]) der einzelnen Werkzeuge bekannt, so lassen sich auch leicht die Grössen der Antriebsorgane, also die Länge der Hebel, die Kurbelradien, die Exzentrizitäten u. s. w. bestimmen. — Die Geschwindigkeit der Schütze richtet sich zunächst nach dem Material des Schussfadens, indem ein fester elastischer Faden mehr Geschwindigkeit zulässt, als ein loser unelastischer. Erfahrungsmässig kann man für gewöhnliche Kraftstühle und verschiedene Materialien etwa folgende grösste Geschwindigkeiten[1]) pro Sekunde und grösste Zahl von Schützenbewegungen pro Minute, bezogen auf 1 m. Stoffbreite, annehmen.

Material:	Seide,	Leinengarn,	Streichgarn,	Kammgarn,	Baumwollgarn.
Geschwindigkeit:	0,67 m.	1,36 m.	1,67 m.	2,50 m.	3,33 m.
Einschüsse:	40	80	100	150	200

— Bei Anwendung einer Schaftmaschine oder eines Jacquards jedoch muss die Geschwindigkeit bedeutend, um 20 bis 50 Prozent vermindert werden. — Die Sprunghöhe des Faches ist ebenfalls sehr verschieden und naturgemäss kleiner bei feinen und grösser bei groben Geweben, da sich hiernach auch die Grösse der Schützen richtet. Sie variirt zwischen 40 bis 160 mm. und beträgt für Gewebe aus Seide 50 bis 65, aus Baumwolle 65 bis 75, aus Wolle 90 bis 125, für ganz schwere Gewebe (Teppiche etc.) 125 bis 160 mm. Aus denselben Gründen liegt auch der Weg des Rietblattes, also der Ladenschlag, zwischen den Grenzen von 150 bis 250 mm.

Aus den Geschwindigkeiten der arbeitenden Theile am Webstuhl lässt sich nun auch die Produktionsfähigkeit des letzteren berechnen, wenn man berücksichtigt, dass etwa 30 bis 35 Prozent der Zeit zum Anknoten abgerissener Fäden, Einlegen neu gefüllter Schützen etc. verloren geht. Nimmt man n Schläge pro Minute und rechnet m Fäden auf 1 cm., so ist die pro Minute gewebte Länge

$$l = \frac{n}{m} \text{ cm.},$$

also die Produktion eines Tages mit 12 Arbeitsstunden und $\frac{1}{3}$ Zeitverlust

$$L = \frac{n}{m} . (60 . 12) \frac{2}{3} \text{ in Centim. oder } L = \frac{n}{m} 4{,}8 \text{ in Meter.}$$

Ist z. B. $n = 100$ und $m = 25$, so wird $L = 19{,}2$ m.

Zur weiteren Erläuterung und als Beispiele von Kombinirungen sind auf den beiden Figurentafeln II und III zwei verschiedene Kraftstühle dargestellt.

Der auf Tafel II in der Vorderansicht, Fig. 1, und einem Vertikal-Querschnitt, Fig. 2, vor Augen geführte Kraftstuhl besitzt als charakteristisches Merkmal: unten liegende Tritte, zum Heben der Schäfte tümmler-

1) Dingler's Journ., Bd. 211. S. 73.

Mechanischer-Webstuhl

Fig. 1.

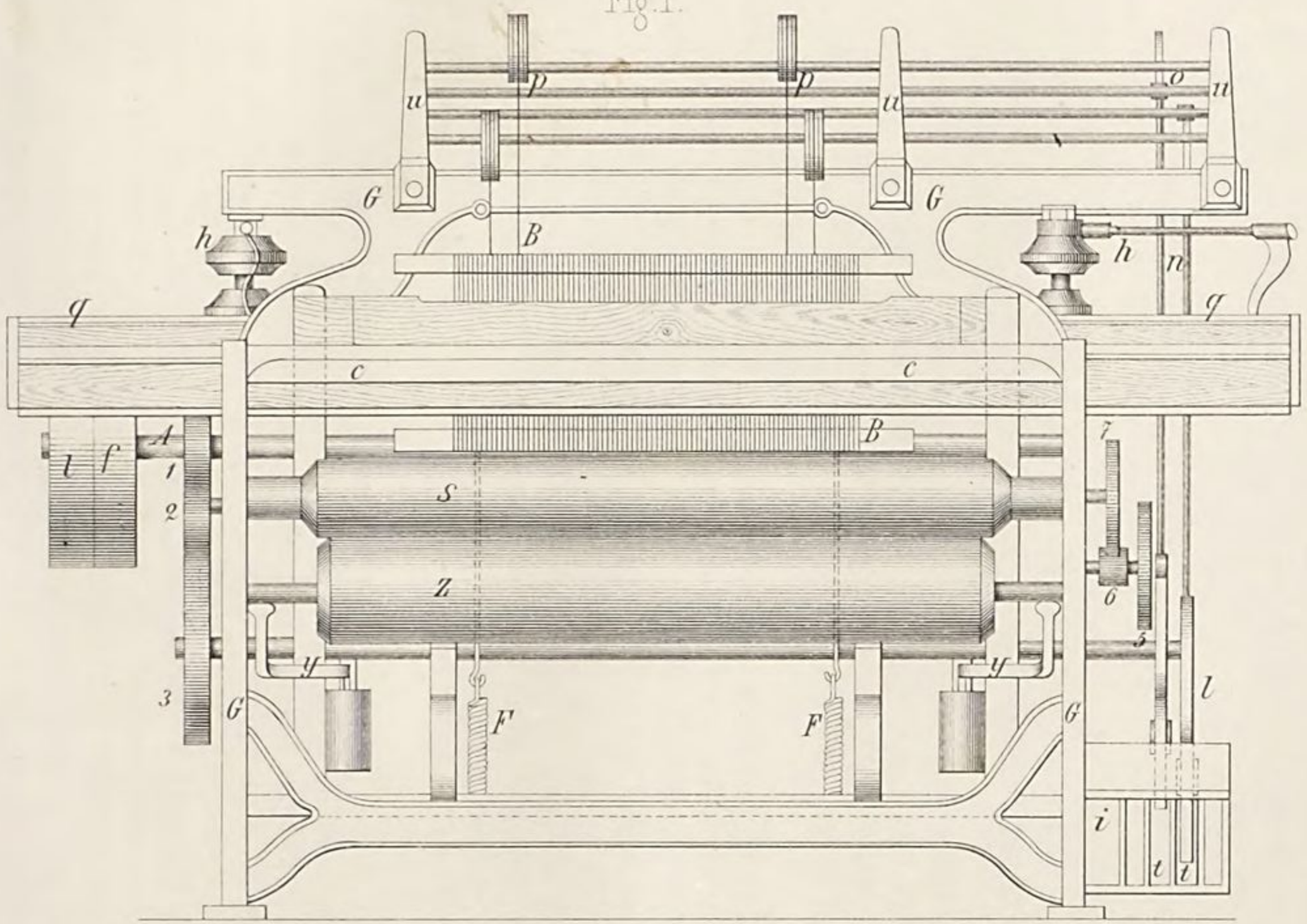
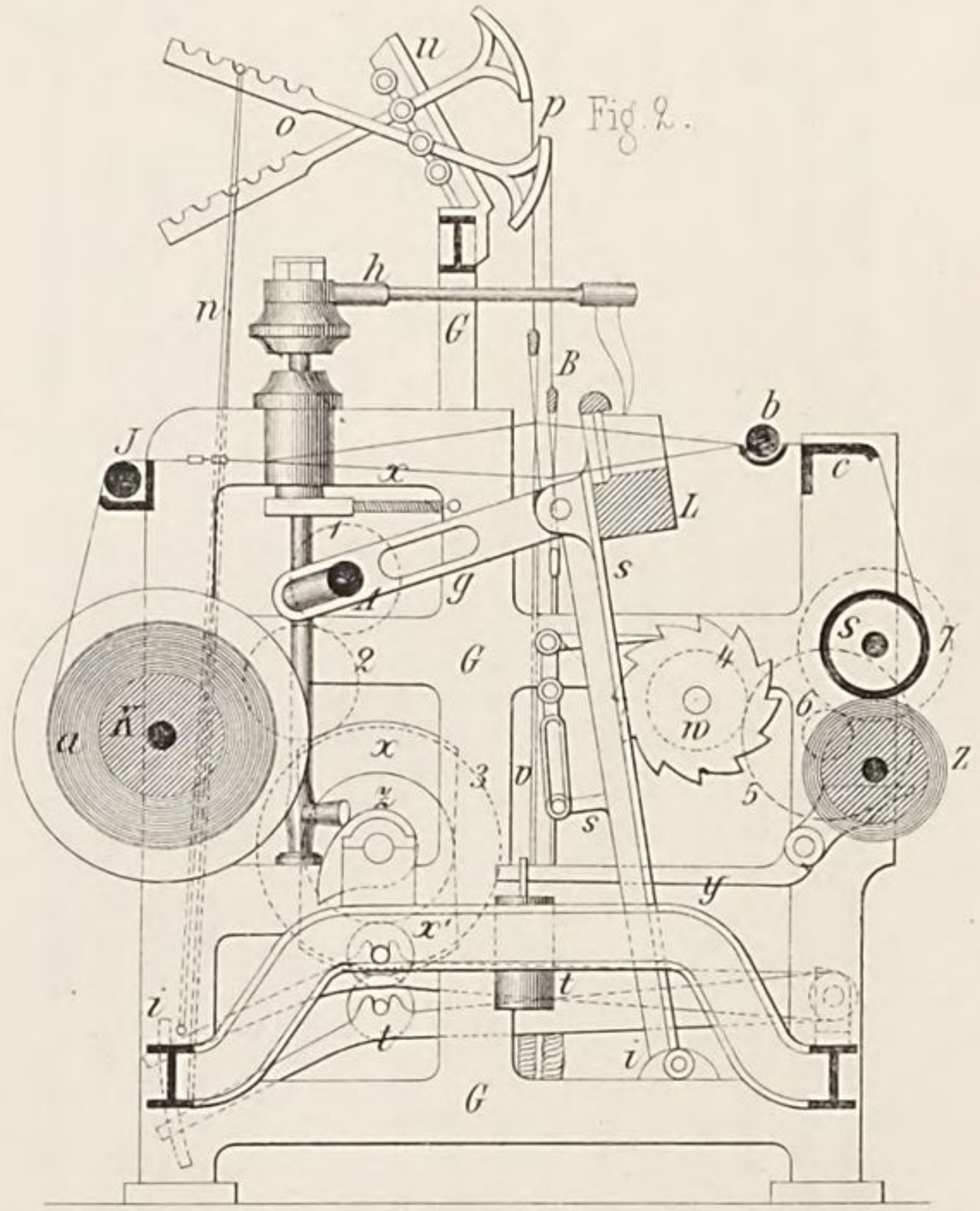


Fig. 2.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

ähnliche Hebevorrichtungen für unabhängige Bewegung, einen Oberschlag und zum Aufwickeln des Zeuges eine Schaltvorrichtung mit Sandbaum.

Die Tritte t t liegen um Bolzen drehbar an der rechten Seite des Webstuhls und werden zwischen Gitterstäben i gehörig geführt. Sie erhalten ihre Schläge von den beiden Exzentern x und x_1, welche zur Verminderung der Reibung gegen Rollen der Tritte wirken. Am Ende der Tritte sind Zugstangen n angebracht, welche an den seitwärts über dem Gestell G liegenden Hebeln o angreifen. Indem nun diese Hebel mit den von Aufsätzen u getragenen Stangen p p, Fig. 1, verbunden sind, kommen letztere bei der Bewegung der Tritte in Schwingungen, welche sich durch Schnüre auf die Schäfte B übertragen, also zunächst die Hebung derselben bewirken. Damit diese Hebung ohne Schwanken der Schäfte und für sämmtliche Schäfte in gleicher Höhe erfolgt, sind an den schwingenden Stangen Kreissegmente p, Fig. 2, angebracht, welche die Schaftschnüre aufnehmen, und die Stangen selbst, je nach Lage der Schäfte, durch die schräge Stellung des Aufsatzes u mehr oder weniger zurückgelegt. Wegen der Unabhängigkeit der Bewegungen sind die Schäfte unten mit Spannfedern F versehen.

Der Lauf der Kette geht vom Kettenbaum K über den Streichbaum J, die Fitzruthen, durch die Schäfte B und das an der Lade L sitzende Blatt. Von hier läuft das Gewebe als Fortsetzung der Kette unter dem Spannstab b über den Brustbaum c und den Sandbaum S zum Zeugbaum Z, welcher durch die Gewichte vermittelst der Hebel y gehörig an den Sandbaum angepresst wird.

Zum Zwecke des Eintragens ist an jeder Seite ein Peitschenarm h mit Peitsche und Treiber im Schützenkasten q angebracht, welcher nach der ausführlichen Beschreibung auf S. 708 durch die vertikale Schlagwelle mit Schlagarm von dem Schlagdaumen z angetrieben wird.

Die Lade L liegt auf den Schwingen s, die im unteren Theile des Gestelles bei i drehbar gelagert sind, und erhält die Schwingungen direkt von der mit Festscheibe f und Losscheibe l versehene Hauptwelle A, welche zu dem Zwecke zwei Krummzapfen besitzt, die durch die Schubstangen g auf die Schwingen einwirken.

Zur Hervorbringung der Schaltbewegung behufs Aufwickelung dient das Sperrad w, welches nach der Beschreibung S. 679 von einem Schiebzahn des schwingenden Hebels v geschaltet wird und die Bewegung durch die Räder 4, 5, 6, 7 auf den Sandbaum S überträgt. Dass die Schwingung des Hebels v von den Ladenschwingen ausgeht, zeigt die Fig. 2. — Da die Lade bei einer Umdrehung der Welle A einmal anschlägt, muss die mit den Exzentern x und x_1 versehene Welle sich bei zwei Umdrehungen von A 1 mal drehen, so dass die von A ausgehende Bewegung durch die Räder 1, 2, 3 im Verhältniss von 2 : 1 auf die Exzenterwelle zu übertragen ist.

In Bezug auf die Kettenspannung ist zu bemerken, dass diese hier durch ein Schnellgewicht von der Anordnung Fig. 475 B, S. 680 erfolgt.

Der beschriebene Webstuhl hat wegen seiner Einfachheit in der Konstruktion, leichter Bedienung etc., ausgedehnte Verwendung zum Weben leichterer Stoffe gefunden. Um ihn dabei einzelnen besonderen Anforderungen anpassen zu können, ist die Einrichtung getroffen, durch Verlegung der Angriffspunkte der Stangen n auf den Hebeln o die Sprunghöhe veränderlich zu machen; ferner können vier Schäfte nebst vier Tritten angebracht, also auch geköperte Stoffe auf diesem Stuhle gewebt werden, natürlich unter Zuhilfenahme von Wechselrädern und anderen Exzentern.

Der auf Tafel III ebenfalls durch Fig. 1 in der Vorderansicht und Fig. 2 in der Seitenansicht gezeichnete Webstuhl[1]) ist namentlich für schwere Stoffe (Tuche, Buckskin etc.) bestimmt und besitzt als Charakteristisches: seitwärts liegende Tritte mit unabhängiger Bewegung der Schäfte, einen Seitenschlag mit Peitsche, eine Federlade, eine selbstregulirende Kettenspannung und Aufwinderregulator.

Die Tritte o o, welche sich in Ebenen rechtwinklig zur Kette bewegen, sind nach der nebenstehenden Skizze Fig. 503 angeordnet, also durch die über Rollen P und P¹ laufende Ketten so mit den Schäften J verbunden, dass diese nicht nur vollständig gerade, sondern durch die Tritte sowohl nach oben als nach unten geführt werden. Die Tritte bewegen sich um die in der Mitte angebrachten Achsen in Folge der Einwirkung der Exzenter d auf die Trittrollen d¹. Die Welle Z, welche entweder direkt oder von einer Nebenwelle mittelst Riemscheibe N und eines in das Haupttriebrad M eingreifenden Triebes N¹ die Drehung erhält, vermittelt durch Uebersetzungsräder die Bewegung der Exzenter d, wobei je nach der Zahl der zur Thätigkeit bestimmten Schäfte die Zahl und Versetzung der Exzenter sich ändert. Da sich während der Senkung der Schäfte die Feder j spannt, so geschieht die Hebung der Schäfte in Folge dieser Federspannung.

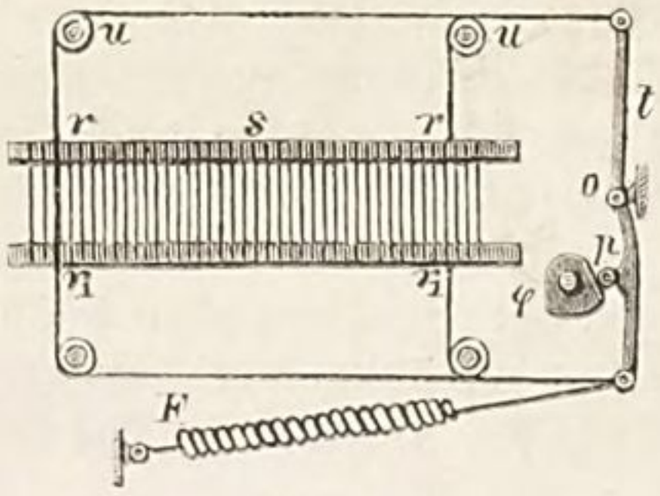


Fig. 503.

Das Einschiessen der Schütze bewirkt der durch Fig. 504 dargestellte Federschlag, in Bezug dessen Einrichtung auf die Beschreibung S. 710 verwiesen werden kann, während die Anordnung im Stuhle selbst mit Hilfe der Buchstaben W, W¹, T, i, z, g¹, t, b¹ leicht erkannt wird.

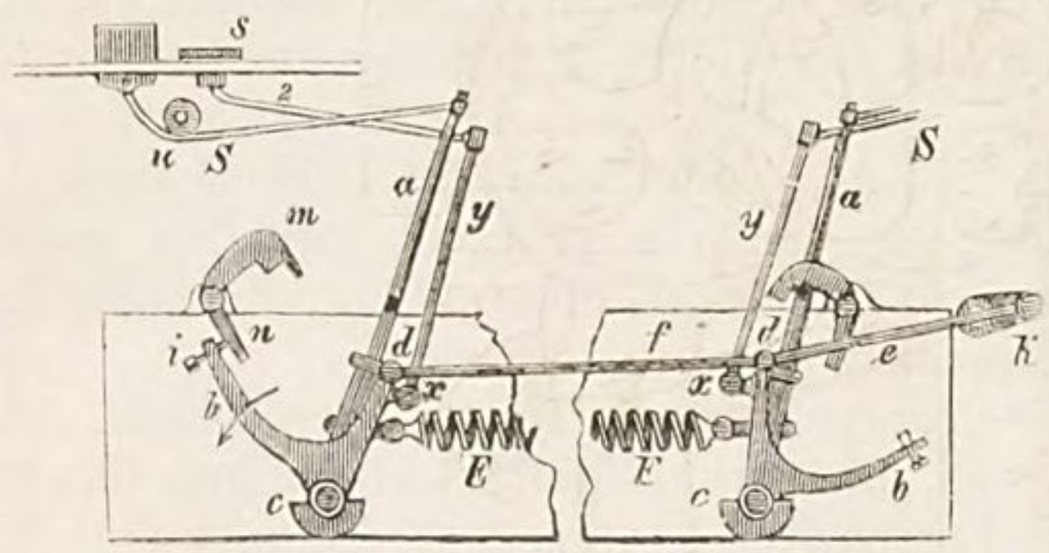


Fig. 504.

Zur Bewegung der auf den Schwingen S ruhenden Lade Q wird der in Fig. 505 im Grundriss dargestellte, S. 707 ausführlich beschriebene Mechanismus angebracht, dessen Lage aus Fig. 1 und 2 leicht zu erkennen ist, in denen die Zugstange mit h², die Winkelhebel mit h, die Feder mit g bezeichnet ist. Zum Zwecke des Anschlagens ist die Zugstange h² mit dem vertikalen Ladenhebel V verbunden, welcher durch das Exzenter w die entsprechende Schwingung erhält, die Zugwinkel anzieht und die Lade anschlägt, während die Feder g die Rückwärtsbewegung veranlasst.

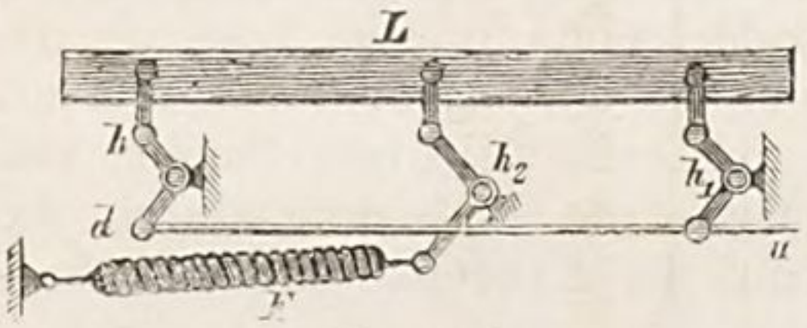


Fig. 505.

Die Aufwickelung des Zeuges und die Abwickelung der Kette geschieht mit Hilfe von Regulatoren, welche eine gleichmässige Spannung veranlassen. Der Aufwinderegulator besteht, Fig. 2, aus dem um die Achse des Zeugbaumes G schwingenden Hebel Y, der durch die Einwirkung des Gewichtes K vermittelst des Winkelhebels und der Zugstange 7 stetig die Fallen 1 und 2

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1871. S. 247. — Prakt. Masch.-Constr.

Mechanischer-Webstuhl.

Fig. 1.

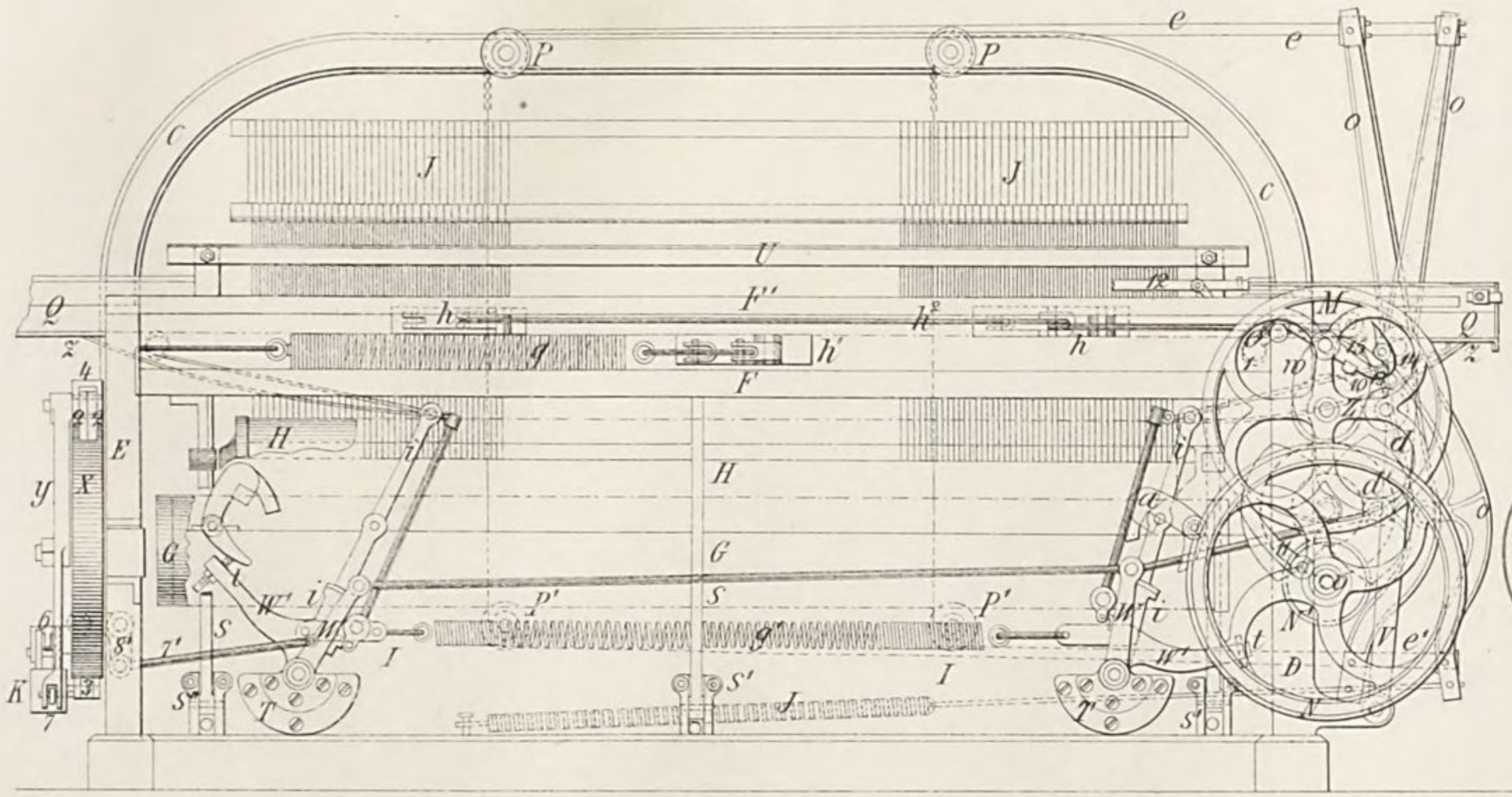
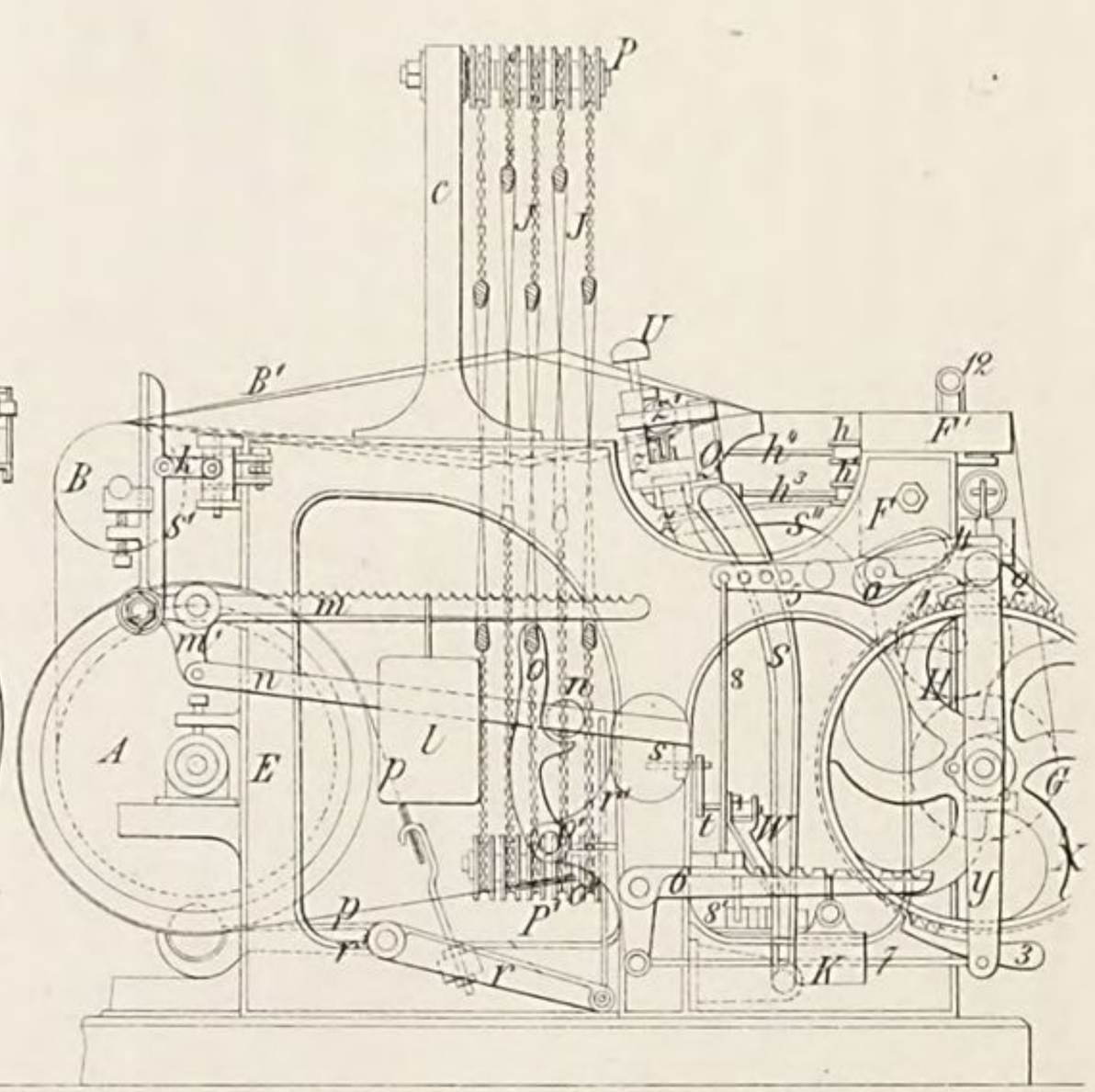


Fig. 2.



Hoyer Technologie.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

auf das Sperrad x zur Wirkung treibt, welche zum Zwecke des Fortrückens des Rades x nur noch eines abwechselnden Auslösens dieser Fallen 1 und 2 bedarf. Dazu dient zunächst der um einen Drehbolzen in Y schwingende Arm 4, an dem die Schiebkegel 1 und 2 sitzen und der durch den Hebel 5 in eine auf- und niederschwingende Bewegung gesetzt wird, indem dieser Hebel durch die Schubstange 8 von irgend einem bewegten Theil des Webstuhls Schwingungen empfängt. In vorliegendem Falle tritt dazu, Fig. 1, die an dem Schlagwinkel W sitzende Stange 7^1 in Thätigkeit, indem sie durch den Winkelhebel 8^1 die Schubstange 8 bewegt. Zur Regulirung einer bestimmten Aufwickelung dient zum Theil die Verlegung des Angriffspunktes der Stange 8 auf dem Hebel 5, zum Theil die Verschiebung des mit einer Rolle 0 in einer Aushöhlung des Hebels 5 liegenden Armes 4 in dem Hebel 5, da in beiden Fällen die Schwingungsgrösse von 4 sich ändert.

Die Stellung der Rolle 0 in der Koulisse des Hebels 5 wird bedingt durch die Spannung S des Zeuges und die Grösse des Gewichtes k, und konstant sein, wenn die durch S und k erzeugten Momente gleich sind. So wie sich aber S ändert, wird der zweiarmige Hebel Y seine Lage ändern, und zwar so, dass bei Abnahme von S der Punkt 4 und somit die Rolle 0 sich von dem Drehpunkt 5 entfernt und umgekehrt bei Zunahme von S sich dem Punkt 5 nähert: im ersten Falle tritt dann sofort eine vergrösserte, im zweiten Falle eine verkleinerte Schaltung des Sandbaums G und deshalb in beiden Fällen eine von der Zeugspannung ausgehende Regulirung ein.

Der Abwickel- oder Kettenregulator dieses Webstuhls ist für eine gleichmässige, selbstregulirende Spannung nach dem in Fig. 475 C, S. 680 ausführlich erörterten Prinzip konstruirt und in Fig. 2 in dem Bremsband pp^1, dem Differenzhebel o, o^1, o'', dem Gewicht s mit Rolle n und Regulirhebel r, r^1, r'', sowie dem Spannungshebel $m\,m_1$ mit Spanngewicht l leicht wieder zu erkennen.

Weil bei dieser Kettenregulirung eine oszillirende Bewegung für die Fachbildung nicht dem Kettenbaum ertheilt werden kann, so ist in diesem Falle der Streichbaum B schwingend angeordnet. Er liegt aus diesem Grunde mit Zapfen in halben verstellbaren Lagern der Stelzen S^1, welche wie die Ladenschwingen unten drehbar gelagert und mit Schwingstangen k verbunden sind, welche durch Exzenter so bewegt werden, dass bei jeder Fachbildung eine Schwingung des Baumes B (Walkbaum) stattfindet, deren Grösse durch die Verschiebung der halben Lager der Sprunghöhe angepasst wird.

Bemerkenswerth ist an diesem Webstuhl noch die Arretirungseinrichtung, die durch eine Auskuppelung die Maschine zum Stillstand bringt. Sie besteht wesentlich in der Falle 13, welche an einer Speiche des Zahnrades M sitzt, sich über den Bolzen 10 des Ladenexzenters w legt und damit den Webstuhl in Bewegung hält, weil durch diese Kuppelung zugleich die Bewegung der anderen Theile aufgehoben oder herbeigeführt wird. — Die Auslösung erfolgt dabei erstens durch den Schützenwächter, also wenn die Schütze nicht in den Kasten Q eintritt, zweitens durch den Schusswächter, also wenn der Schussfaden abgerissen ist, und drittens durch die Hand des Arbeiters; in letzterem Falle vermittelst der Stange 12, welche zugleich zur Einrückung dient.

Der vorstehend beschriebene Webstuhl wird in bedeutenden Dimensionen, nämlich in Breiten = der Blattlänge von 1,5 bis 3,5 m. ausgeführt. — Die Geschwindigkeit der Schütze, also die Anzahl der Schläge,

variirt je nach der Stuhlbreite und dem Gewebe sehr bedeutend, wie folgende kleine Tabelle zeigt.

Breite im Blatt:	1,5;	2,0;	2,5;	3,0;	3,5 m.	
für Tibet, Drill etc.	100	85	70			Schuss pro Minute
« Kassinet, Flanell	90	75	60			
« Damast	80	65	50			
« Tuch, Buckskin	—	— 54	48	42	38	
« Satin (Doppelschlag)	—	— 45	42	38	34	

Zweites Kapitel.

Vorarbeiten zum Weben.

Da ein fertiges Gewebe nicht nur eine bestimmte Länge und Breite, sondern auch eine vorgeschriebene Dichtigkeit haben muss, so ist, ausser der Auswahl nach Stoff und Fadendicke (Gespinnstnummer), zunächst noch eine Arbeit erforderlich, welche die Länge und die Breite des Gewebes und die Zahl der Kettenfäden auf eine Längeneinheit, z. B. 1 cm., sichert. (Die Zahl der Schussfäden wird durch das Verhältniss zwischen Aufwickelung des Zeuges, S. 713, und Zahl der Einschüsse, S. 714, beim Weben selbst geregelt).

Während des Webens sind die Kettenfäden zum Zwecke der Fachbildung fortwährend in einer Bewegung, welche eine unausgesetzte Reibung derselben aneinander, an den Litzen und an den Zähnen des Rietblattes und in Folge dieser Reibung oft eine Rauhigkeit und Schwächung des Fadens in solchem Grade hervorruft, dass die Fäden in sehr vielen Fällen gegen diese Nachtheile durch eine besondere Vorbereitung geschützt werden müssen.

Ferner sind die nach Länge und Zahl gehörig geordneten Kettenfäden zum Einbringen in den Webstuhl auf den Kettenbaum aufzuwickeln und dann nach bestimmten von der Gewebekonstruktion festgestellten Gesetzen durch die Schäfte- oder Litzenaugen sowohl, als auch durch die Zähne des Rietblattes zu bringen und mit dem Zeugbaum zu verbinden.

Wenn das zum Schuss benutzte Garn von den Spinnereien nicht in der Form abgeliefert wird (als Kötzer), dass es ohne Weiteres auf die Schützenzwecke gesteckt werden kann, so ist auch für das Schussgarn eine Vorbereitung nöthig, welche die Herstellung der für die Schütze geforderten Form (Schleifspule oder Rollspule) des Schussgarns bezweckt.

Demnach ist zum Zwecke des Webens eine Reihe von Vorarbeiten erforderlich, welche zerfallen 1) in solche für die Kette und 2) in solche für den Schuss.

I. Vorbereitung der Kette.

Diese besteht wie oben angegeben in Arbeiten, welche 1) die Anordnung der Kettenfäden nach Länge und Zahl vornehmen, 2) die Kettenfäden zum Schutz gegen Rauhwerden etc. vorbereiten, 3) diese Fäden auf den Kettenbaum und 4) durch die Schäfte und Riete auf den Zeugbaum bringen.

A. Kettenscheren.

Die erste Arbeit, welche das Scheren, Schieren oder Schweifen, Kettenaufschlagen, Zetteln (Ourdir, Ourdissage, *Warping*) genannt

wird, kann offenbar nicht einfacher ausgeführt werden als dadurch, dass man eine Anzahl Fäden zusammen um eine Trommel von bekanntem Umfang eine Anzahl mal entweder als Fadenbündel schraubenförmig neben einander sich lagernd oder einzeln in einer Ebene ausgebreitet über einander sich legend, herumwickelt, denn ist der Umfang mit U und die Zahl der Windungen mit n bezeichnet, so ist die aufgewickelte Länge $L = Un$. — Ist ferner umgekehrt L und U gegeben, so erhält man in $n = \frac{L}{u}$ die Zahl der Windungen, welche zur Kettenlänge L nothwendig sind. Zur Beschleunigung der Arbeit wird man natürlich die Zahl der Fäden, die gleichzeitig geschert werden sollen, möglichst gross nehmen. Nur bei sehr schmalen Ketten (Band) jedoch ist es gerathen, die Gesammtzahl der Kettenfäden auf einmal zu scheren. Bei breiten Ketten ist dies jedoch nicht zulässig, einmal weil die Uebersicht leicht verloren geht und dann weil bei einem dicken Fadenbündel, das schraubenförmig aufgewickelt wird, die oben liegenden Fäden wegen des grösseren Abstandes von der Trommelachse erheblich länger ausfallen. Daher muss die Kette in mehreren Partien geschert werden, welche entweder einzeln einen aus einer gewissen Anzahl Fäden bestehenden Gang (Portée, *Porter*) bilden (weshalb die Kette auch in der Regel nach Gängen bezeichnet wird), oder auch sehr oft aus mehreren Gängen bestehen. — Die Zahl der Fäden, welche einen Gang ausmachen, ist verschieden. In der Regel enthält ein Gang 40 oder 80 Fäden, selten 48 oder 50, so dass eine Kette von 4000 Fäden gewöhnlich aus 100 Gängen besteht.

Je nachdem nun das Scheren nach einfachen Gängen mit nebeneinander sich legenden Fadenbündeln oder mit mehreren in einer Ebene ausgebreiteten sich aufeinander legenden Schichten vorgenommen werden soll, sind die Scherapparate verschieden, da in ersterem Falle neben der drehenden Bewegung der Trommel noch eine verschiebende Bewegung der Aufwickelstelle vorhanden sein muss, wie bei dem S. 596 besprochenen Garnaufwindeprozess, während diese Verschiebung bei der zweiten Anordnung wegfällt.

Für den ersten Zweck steht ausschliesslich ein grosser Haspel in Gebrauch, der den Namen Scherrahmen,[1]) Schweifrahmen, Zettelrahmen oder Schweifstock (Ourdissoir, *Warping mill*) führt und, Fig. 506, aus 8,12 oder 16 Armen a a gebildet ist, die im Kreise um eine oft senkrecht, oft horizontal gelagerte Welle W so angeordnet und durch Querarme b damit verbunden sind, dass ein regelmässig prismatisches, drehbares Gestell von bestimmtem Umfang entsteht, das auf sehr einfache Weise durch eine Kurbel k mit Schnur s und Schnurrollen c d gedreht wird. Neben dem Scherrahmen befindet sich sodann ein Gestell G, welches so viel mit Garn bewickelte Spulen s s aufnimmt, als Fäden geschert werden sollen und Scherlatte, Scherstock, Scherbank, Spulenstock, Kanter, Schweifgestell (Cannelier, Cantre, *Bank*) heisst. Um dem Arbeiter das sehr ermüdende Auf- und Niederführen des Fadenbündels mit der Hand zu ersparen, wird das

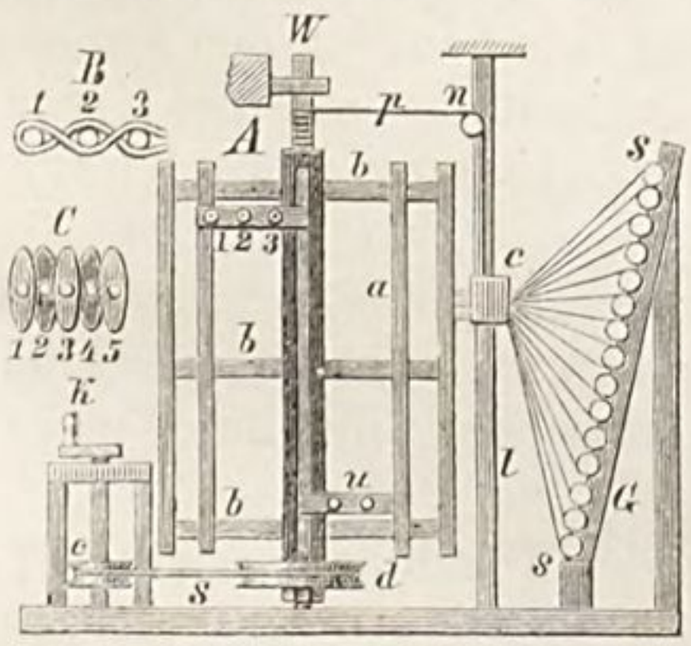


Fig. 506.

1) Polyt. Centr., 1850. S. 300; 1863. S. 741, 1054, 1564. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1863. S. 227; 1868. S. 66, 353. — Dingler's Journ., Bd. 168. S. 168.

letztere durch einen auf- und niedersteigenden kleinen Führer c (Gangführer, Katze, Plot, Giette, *Jack, Heck-box*) auf den Rahmen geleitet. Eigenthümlich ist hierbei gewöhnlich die Befestigung der Fäden mit dem Scherrahmen insofern, als auf die Theilung der Kette zur Fachbildung Rücksicht genommen wird. An einem oberen Querarm des Rahmen sitzen drei hölzerne Nägel 1, 2, 3. Um den Nagel 1, Fig. 506 B (Kopfnagel), hängt man die durch einen Knoten zusammengehaltenen Fäden, über die Nägel 2 und 3 aber legt man die Fäden abwechselnd einen über und einen unter, so dass sie sich zwischen den Nägeln kreuzen (das Kreuz; Schränken, das Kreuz einlesen, Encroiser, Enverger), weshalb diese Kreuznägel, Schranknägel (*Lease pin*) genannt werden. Um die Fäden nach dieser gelegten Ordnung später nebeneinander zu behalten, zieht man durch die Kreuzung (Kreuz, Schrank, Gelese, Encroix, Enverjure, *Lease*) einen Bindfaden, den man zuknotet. Ist der Führer f unten angekommen, so schlingt man das Fadenbündel ebenfalls um zwei Nägel u (Fussnägel) um die Kettenfäden mittelst eines durchgeschlungenen Bindfadens gangweise abzubinden und durch Rückwärtsdrehung des Scherrahmens einen zweiten Gang neben dem ersten aufzuwinden, der sodann oben wieder ins Kreuz gelegt wird. — Damit der Führer f mit richtiger Geschwindigkeit und Sicherheit auf- und niedersteigt, ist derselbe, an der vertikalen Latte l gleitend an eine über die Rolle n geführte Schnur p gehängt, welche mit der Verlängerung der Welle u so verbunden ist, dass sie sich bei einer Drehrichtung auf dieselbe auf-, bei der andern aber von derselben abwickelt und dadurch die Katze in einem Masse nachzieht oder niederlässt, das von der Dicke der Wellenverlängerung abhängig und demgemäss leicht regulirbar ist. Nach jedem Gange muss natürlich die Katzenschnur um soviel verkürzt werden, als die Breite des Fadenbündels beträgt, damit die Windungen sich genau aneinander legen. Dies geschieht durch Drehung einer kleinen, in dem Führer sitzenden, mit Sperr-Rad versehenen Walze, an welcher die Schnur befestigt ist, entweder mit der Hand oder selbstthätig.[1]) — Gewöhnlich ist dann auch in dem Führer eine kleine Vorrichtung vorhanden, welche die Theilung der Fäden zum Schränken schneller und leichter bewirkt, als mit der Hand. Sie besteht aus zwei hintereinander stehenden Rosten, Fig. 506 C, deren Stäbchen in der Mitte Löcher zum Durchziehen der Fäden haben. Indem man nun durch den einen Rost 1, 3, 5 etc. die ungraden, durch den zweiten 2, 4 etc. die graden Fäden steckt, trennt man sämmtliche auf den Kreuznagel zu legenden Fäden von den anderen durch Hebung eines Rostes (Leserost, Leseriet, Schergatter, *Heck*).

Bei diesen viel gebräuchlichen vertikalen Scherrahmen tritt namentlich bei schweren Ketten leicht ein Rutschen der Kette ein, weshalb man vielfach da, wo es der Raum gestattet, liegende[2]) anwendet, die im Wesentlichen mit derselben Einrichtung versehen sind.

Indem auf beiden Scherrahmen die Zahl n der Windungen nicht sehr gross sein darf, wenn durch Nebeneinanderlegen einer grösseren Anzahl von Gängen auf demselben die ganze Kette oder nur ein bedeutender Theil derselben geschert werden soll, so muss sein Umfang ein sehr beträchtlicher sein. Für eine Kette von 100 m. Länge muss, wenn dieselbe in 10 Umgängen auf den Scherrahmen gebracht werden soll, dieser also schon 10 m. im Umfang haben. Da in vielen Fällen die Kette aber länger als

---

1) Polyt. Centr., 1863. S. 741. — Dingler's Journ., Bd. 168. S. 168. 2) Polyt. Centr., 1850. S. 300; 1863. S. 1054.

100 m. ist, so kommen Scherrahmen von 2 m. Höhe und 5 bis 6 m. Umfang häufig und solche unter 1,5 m. Höhe und 4 m. Umfang wohl kaum vor. — Dass in dem Falle, wo es sich um Herstellung von genauen Kettenlängen handelt (z. B. bei theuren Stoffen: Seide etc.), die schräge Lage der Fäden auf dem Scherrahmen, die Verkürzung durch das Zusammenknoten und Kreuzen, sowie das Kürzerwerden durch das Weben (Einweben, s'emboir, *Shrinking*) berücksichtigt werden muss, ist selbstverständlich.

Wenn zwar ein Scherrahmen genügt, die Ketten für mehrere Handstühle oder Kraftstühle zu liefern, so wird in grösseren Webereien die Zahl derselben oft so gross, dass ein unverhältnissmässig grosser Raum für die Zettelei vorhanden sein muss. Ausserdem geht die Arbeit auf dem Scherrahmen langsam von Statten, weil durch das Kreuzlegen etc. viel Zeit verbraucht wird. In den Fällen, wo eine bedeutende Anzahl Webstühle in Thätigkeit sind, wird daher vielfach von der zweiten Methode des Scherens Gebrauch gemacht, bei welcher sich die Kette oder gewöhnlich nur ein etwa 300 Fäden umfassender Theil ($\frac{1}{8}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{4}$) derselben so auf eine Walze abwickelt, dass die Fäden genau in bestimmter Länge und in ganzer Kettenbreite nebeneinander zu liegen kommen.

Der zur Ausführung dieser Schermethode gebrauchte Apparat besteht also zunächst aus einer Walze zum Aufwickeln der Fäden (Kettenwalze, Rouleau ourdissoir), sodann aus einem Rahmenwerke zur Aufnahme der abzuwickelnden Spulen (Spulengestell, Rollengestell, Porte bobines, *Creel*) und endlich aus einem Werkzeug, welches die Fäden sorgfältig auseinander hält, damit sie gleichmässig gespannt und regelmässig nebeneinander auf die Walze laufen. In der Regel wird diese Schervorrichtung durch Elementarkraft angetrieben und deshalb Schermaschine,[1]) Zettelmaschine, Kettenschermaschine, (Machine à ourdier, Ourdissoir, *Warping mill, Warping frame*) genannt. Da sie in diesem Falle mit grosser Geschwindigkeit arbeitet, so ist es sehr zweckmässig, sie mit selbstthätiger Arretirung und mit einem Apparat auszustatten, der bei einem Fadenbruch ein Zurückdrehen der Kettenwalze ohne Verwirrung der Fäden zulässt. — Die hölzerne oder gusseiserne (dann hohle), etwa 120 bis 150 mm. im Durchmesser haltende, horizontal gelagerte, zum Schutz gegen das Abrutschen mit breiten Rändern versehene Kettenwalze A, Fig. 507, muss der gleichmässigen Fadenspannung wegen mit gleicher Peripheriegeschwindigkeit, also wegen der Zunahme des Garnkörperdurchmessers mit abnehmender Winkelgeschwindigkeit gedreht werden, was entweder und am einfachsten durch eine zweite Walze B geschieht, auf welcher die erste liegt und von der sie durch Reibung mitgenommen wird, oder mit Hilfe konischer Trommeln und Uebertragung mittelst Riemen oder Zahnräder auf die Kettenwalze, etwa in der Art, wie Taf. I. bei dem Flyer angegeben ist. Als Riemenführer zum Verschieben des Uebertragungsriemens liegt dann parallel zur Kettenwalze eine Schraube.

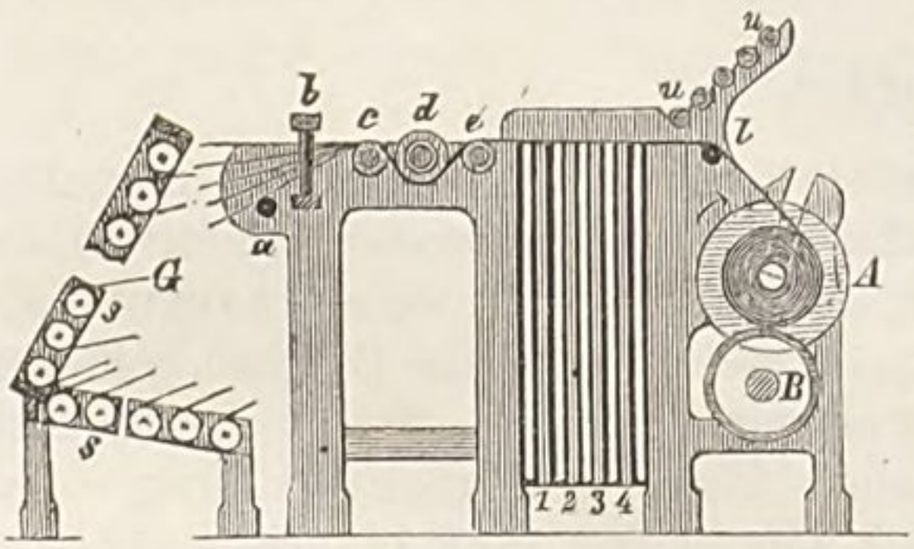


Fig. 507.

1) Berliner Verh., VIII. S. 258, 316; 1863. 8. 86; 1864. S. 239. — Publ. ind., V. 15. S. 234. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1874. S. 120. — Polyt. Centr., 1856. S. 1082; 1863. S. 1215, 1565; 1864. S. 41; 1869. S. 797; 1871. S. 1468; 1874. S. 1074. — Dingler's Journ., Bd. 198. S. 294; Bd. 212. S. 24.

Das Spulengestell G ist des geringen Raumes und der leichten Zugänglichkeit wegen gewöhnlich so konstruirt, dass die Spulen s in zwei Ebenen und 10 bis 12 Reihen liegen, so dass die eine Ebene etwa 100 bis 120, die andere 200 bis 240 Spulen aufnehmen kann.

Um sämmtliche Fäden vor dem Auflaufen auf die Kettenwalze in eine Ebene zu bringen und gleichförmig ausgebreitet zu erhalten, dient neben der runden Stange a ein kammartiges Werkzeug b (Theilkamm,[1]) Rietkamm, Reifkamm, Scheidekamm, Büscheltheiler, Oeffner, Bâteau, Bâtelier, Vateau, Peigne de pliage, *Separator, Ravèl*), welche ähnlich wie das S. 704 dargestellte Rietblatt aus zwei horizontalen Stangen besteht, zwischen denen eine Anzahl glatte Messingzähne sitzen. Zur Erhaltung gleicher Spannung dienen ferner die drei Führungswalzen c, d, e, welche sich durch die Reibung an den Kettenfäden mitbewegen. Ueber die runde Leitstange l endlich werden die Kettenfäden sodann der Walze A zugeleitet. — Zwischen der Leitstange l und der Spannwalze e befindet sich an dem Gestell der Apparat, welcher bei einem etwaigen Zurückdrehen der Walze A die abgewickelten Kettenfäden in Ordnung hält. Derselbe besteht aus einer Anzahl (5 bis 8) vertikalen Schlitzen 1, 2, 3, 4, zwischen welchen ebenso viele eiserne Stangen rostartig eingefügt sind, so dass sie zugleich die Kettenfäden stützen. Sobald nun ein Rückdrehen der Kettenwalze erforderlich ist, legt man der Reihe nach über den Schlitzen Stäbe auf die Kette, welche nunmehr mit diesen Stäben in den Schlitzen niedersinkt und dadurch gespannt bleibt. Ist in Folge des Rückdrehens das Fadenende gefunden und an das andere angeknüpft, so wird die Walze wieder vorwärts gedreht und dadurch ein Spannstab nach dem anderen wieder in die Höhe gebracht und von dem Arbeiten auf die Halter u u gelegt. — Die Geschwindigkeit der Schermaschine beträgt durchschnittlich bei 45 bis 50 Umdrehungen der etwa 375 mm. dicken Antriebswalze B 52 bis 60 m. pro Minute. — Da es wünschenswerth ist, die Kette in bestimmte Längen abgetheilt und danach bezeichnet zu erhalten, so ist in der Regel mit der Schermaschine eine Glocke verbunden, welche nach einer gewissen Anzahl Umdrehungen durch ein Zählwerk zum Läuten gebracht wird. Gleichzeitig wird dann mit einem von dem Arbeiter oder einem selbstwirkenden Mechanismus bewegter Pinsel ein farbiger Strich quer über die Kette gezogen.

B. Schlichten.

Um die Kettenfäden auf dem Webstuhl möglichst gegen Abnutzung oder Rauhwerden zu schützen, ist es erforderlich und ausreichend, dieselben mit einem Ueberzuge zu versehen, der zunächst den direkten Angriff auffängt, nebenbei aber die Oberfläche glatt macht ohne die Biegsamkeit der Fäden zu zerstören und der sich später mit geringer Mühe durch eine einfache Waschoperation wieder entfernen lässt. — Zur Erzeugung eines solchen Ueberzuges eignet sich demnach am besten eine klebrige Flüssigkeit, welche in passender Weise auf und in die Fäden gebracht in Folge des Austrocknens die hervorstehenden kleinen Härchen an den Garnkörper anklebt, dabei nicht hart und brüchig wird und später in Wasser wieder aufgelöst werden kann. — Zur Herstellung dieser Flüssigkeit, welche die Oberfläche der Garnfäden glatt oder schlicht macht (Schlichten, Parer,

---

1) Polyt. Centr, 1852. S. 1243. — Dingler's Journ., Bd. 127. S. 407. 2) Civil-Ing., 1876. S. 335 u. 529.

Encoller, *Dressing*) und daher Schlichte[1]) (Parement, Parou, Encollage, Chas, *Dressing*) heisst, sind eine grosse Menge Substanzen vorgeschlagen und in Anwendung. Am häufigsten wird die Schlichte aus Mehl oder Stärke durch Kochen mit Wasser oder aus Dextrin (Leiokom) hergestellt und durch Zusätze gegen hartes Eintrocknen und schnelles Verderben geschützt. Mitunter giebt man Leimwasser (bei Wollgarn) oder einer Auflösung von Gummi arabikum in Wasser (bei Seide) aber den Vorzug vor dem Kleister. Ausserdem sind Abkochungen von schleimgebenden Materialien (Leinsamen, Isländisches Moos, Karragaheenmoos, Brockenmoos, Althaeawurzel etc.) wenn auch nur ausnahmsweise in Gebrauch. — Zur Bereitung der gewöhnlichen Schlichte mag von den vielen Rezepten hier ein bewährtes angegeben werden. Man rührt 2 kg. Kartoffelnstärke mit 3,5 kg. lauwarmem Wasser an, fügt dann unter stetigem Umrühren 17 kg. kochendheisses Wasser zu und lässt darauf so lange kochen bis Alles gut gelöst ist. Um diese Schlichte haltbar zu machen, setzt man wohl 94 gr. in Wasser gelöstes Kupfervitriol während des Kochens zu. Weitere wirksame Mittel gegen das schnelle Verderben sind Alaun, Zinkvitriol, Chlorzink, Chlorzinn und namentlich karbolsaures Natron. — Fügt man der obigen Schlichte noch etwas Chlorkalzium zu, so wird sie durch die wasseranziehende Eigenschaft des letzteren gegen völliges Austrocknen, also gegen das Brüchigwerden geschützt. — Da die in der Schlichte vorhandenen Metallsalze die Rietblätter stark angreifen, dem Gewebe oft ein fleckiges, unsauberes Ansehen geben, beim Färben manchmal sehr störend werden, so sucht man sie möglichst zu vermeiden. Daher verdient vor Allem die Schlichte den Vorzug, welche aus Mehl oder Stärke bereitet, durch einen Zusatz von karbolsaurem Natron haltbar und durch Glyzerin geschmeidig gemacht ist (Glyzerin-Schlichte)[2]). Man bereitet sie aus Stärkekleister, welcher 2 bis 3 Prozent Glyzerin zugesetzt wird, wie oben angegeben.

Das Durchtränken der Fäden mit Schlichte oder Leimwasser, also das Schlichten oder Leimen, kann mit denselben vorgenommen werden vor oder nach dem Scheren oder erst auf dem Webstuhl. In letzterem Falle, der häufig noch in Leinen-Webereien vorkommt, wird die Schlichte mit einer breiten Bürste zwischen den Schäften und dem Kettenbaum aufgetragen und kräftig verrieben, während das Trocknen, soweit es nicht durch die Luft geschieht, durch einen am Stuhl sitzenden, von der Lade in Schwingung versetzten Wedel oder durch ein untergestelltes Feuerbecken bewerkstelligt wird. Von diesem Ausnahmefall abgesehen findet das Schlichten allgemein mit dem Garn Statt, bevor es auf den Webstuhl kommt und zwar gewöhnlich nach dem Scheren. — Mitunter gelangt das Garn schon geschlichtet in die Webereien. Dann hat es oft die Schlichte durch Eintauchen der Garnkötzer oder Strähne in die Schlichte, Auswringen der überflüssigen Schlichte und Austrocknen erhalten. Zur Vermeidung des Zusammenklebens ist hierbei jedoch dann noch ein Ab- und Aufspulen erforderlich.

Am zweckmässigsten erscheint es offenbar, die Kettenfäden geschlichtet auf den Kettenbaum zu bringen und also, wenn sie nicht in Strähnen etc. schon geschlichtet sind, die Operation des Schlichtens mit derjenigen zum Aufwickeln auf den Baum (Aufbäumen, Plier, Pliage, *Beaming*) zu verbinden und mit Hilfe genau und sicher arbeitender, machinaler Vorrichtungen

---

1) Deutsch. Ind.-Zeit., 1864. S. 505. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 9. — Polyt. Centr., 1871. S. 1187; 1972. S. 79. — Dingler's Journ., Bd. 142. S. 449; Bd. 159. S. 282; Bd. 201. S. 172; Bd. 202. S. 308; Bd. 217. S. 138; Bd. 218. S. 522; Bd. 220. S. 287. 2) Polyt. Centr., 1859. S. 851.

(Schlichtmaschinen,[1]) Leimmaschinen, Machine à parer, Pareuse, Colloir, Encolleuse, *Dressing machine*) auszuführen. Damit diese Maschine zugleich ununterbrochen arbeiten kann, muss sie ausser dem Mechanismus zum Aufwickeln der geschlichteten Kette auf den Kettenbaum noch versehen sein 1) mit einem kontinuirlich wirkenden Schlichtapparat, 2) mit einer Vorrichtung, welche die Kette vor dem Aufwickeln vollständig trocknet und 3) mit einer Einrichtung, welche gestattet, so viel Scherbäume gleichzeitig anzubringen, als zur Bildung einer vollen Kette genügt.

Der eigentliche Schlichtapparat zerfällt wieder in 2 Theile, in denjenigen zum Auftragen der Schlichte und denjenigen zum Vertheilen. — Den Zweck des ununterbrochenen Auftragens erreicht man am einfachsten dadurch, dass man die sich von den Kettenwalzen (S. 721) abwickelnden Kettentheile gemeinschaftlich durch einen mit Schlichte gefüllten Trog und darauf, um sie von der überflüssigen Schlichte zu befreien, durch Presswalzen gehen lässt. Zur gleichmässigen Vertheilung sind dann offenbar oszillirende oder drehende Bürsten am zweckmässigsten, weil sie zugleich die kleinen Fasern gehörig andrücken und die Oberfläche der Faden also recht glatt machen.

Erst nach dem Vertheilen darf das Trocknen eintreten. Dasselbe muss vor allen Dingen so geleitet werden, dass die Fäden nicht zusammenkleben und langsam das Wasser verlieren, weil bei schneller Verdunstung die Wasserdämpfe die Fasern auseinander treiben und die Fäden rauh machen würden. Aus diesem Grunde werden sehr oft Flügelgebläse zum Trocknen verwendet, wenn zwar auch das Trocknen mittelst Wärme vielfach stattfindet entweder in der Weise, dass die Kettenfäden über ein System von mit Dampf geheizten Trommeln, oder durch warme Luft geführt werden, welche der Kette entgegen und mit Wasserdampf beladen fortgetrieben wird. — Zur Vermeidung des Zusammenklebens werden die Fäden in der Region des Trocknens durch eingeschobene Latten, Löcherbretter, Kämme etc. auseinander gehalten und ausserdem in vielen Fällen so getheilt, dass die eine Hälfte der Kette von links, die andere von rechts her auf den Kettenbaum läuft, wodurch allerdings sämmtliche Apparate mit Ausnahme des Kettenbaumes zweimal und symmetrisch aufgestellt vorhanden sein müssen.

Mit Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte und Kombinirung der angedeuteten Organe ist eine grosse Zahl Schlichtmaschinen entstanden, aus welcher die in Fig. 508 A dargestellte und bewährte zur Erläuterung dienen mag. Dieselbe ist aus 2 symmetrisch angeordneten Maschinen zusammengesetzt, welche in der Mitte M aneinander stossen und den gemeinschaftlichen Kettenbaum K besitzen, dem die Kette b, b_1 von 8 Scherwalzen a zu je 4 vertheilt zuläuft. Zunächst vereinigen sich die Kettenfäden über der Leitstange r zu einer Ebene, welche sodann zur Durchtränkung das Walzenpaar c passirt. Die untere Walze nimmt die Schlichte aus dem Schlichtetrog auf und ist zu dem Zwecke mit Tuch überzogen. Die obere dahingegen ist mittelst eines Sattels und Hebels durch ein Gewicht q belastet und presst die Schlichte nicht nur in die Kette ein, sondern die überflüssige auch wieder aus. Aus den Schlichtwalzen gelangt darauf die Kette

---

1) Berliner Verh., VIII. S. 259. — Civil-Ing., 1876. S. 335, 529. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1872. S. 262. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 248. — Polyt. Centr., 1854. S. 787; 1856. S. 152; 1858. S. 586; 1859. S. 489; 1863. S. 1214; 1860. S. 1240; 1869. S. 1052; 1873. S. 241, 687; 1874. S. 1076; 1875. S. 1250. — Dingler's Journ., Bd. 103. S. 165; Bd. 133. S. 95, 181; Bd. 152. S. 103; Bd. 157. S. 331; Bd. 207. S. 189; Bd. 208. S. 21; Bd. 214. S. 436; Bd. 215. S. 500; Bd. 217. S. 26.

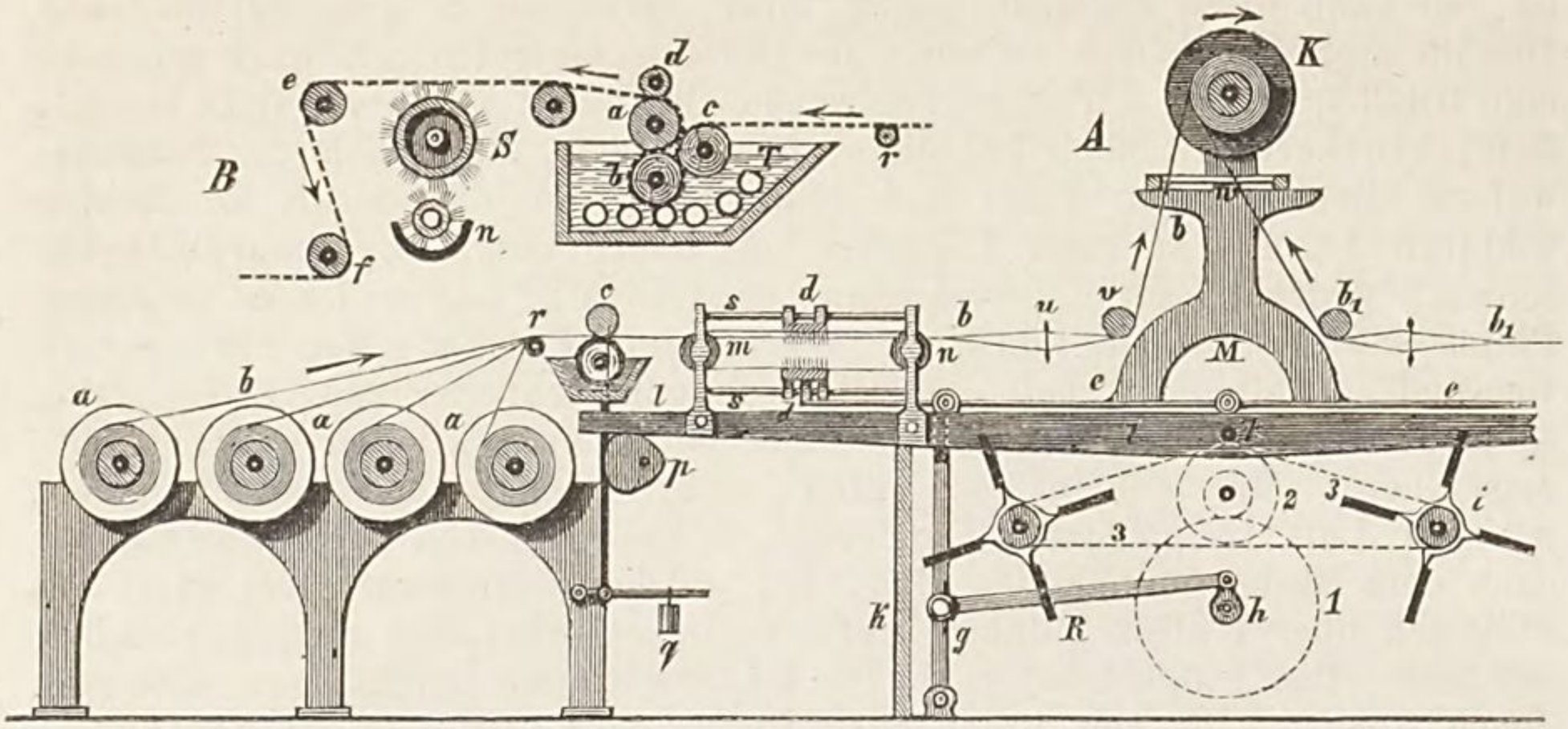


Fig 508.

zwischen die geraden Bürsten d d, welche die Schlichte vertheilen und zu dem Zwecke eine solche Hin- und Herbewegung erhalten, dass sie in der Bewegungsrichtung mit der Kette sich von derselben abheben und in entgegengesetzter dieselbe streichen. Um dies auszuführen, sind die Bürsten an einem Riemen ohne Ende angebracht, der über die zwei Leitrollen m und n geht und vermittelst der durch die Kurbel h und Hebel g in Schwingung versetzten Stange e hin- und herbewegt wird, wobei die Bürsten an den Schienen s geführt die streichende Thätigkeit abwechselnd ausüben, weil sie mit dem Hebel l, der durch die unrunde Scheibe p um den Punkt t schwingt, auf- und niedersteigen. Nachdem die Schlichte vertheilt, tritt die Kette über den Raum R, in dem sich die Flügelventilatoren i i so drehen, dass sie die Luft durch die Kette treiben, die hier durch eine gelöcherte Platte u wie ein Fach in zwei Flächen getheilt und deren Fäden durch dieselbe Platte parallel und in gleichem Abstande erhalten werden, damit sie von einer Walze v nach oben geleitet sich mit der, von der rechten Seite kommenden, genau so behandelten, anderen Kettenhälfte b_1 durch den Kamm W vereinigt und regelmässig auf den Kettenbaum K aufläuft. — Die Bewegung sämmtlicher Theile geht von der Hauptwelle h aus durch das Zahnrad 1 und 2 und die Riemenscheibe 3 auf die Windflügel, sodann durch Schnüre oder Stangen und Kegelräder auf die unrunde Scheibe p. Der Kettenbaum K dreht sich mit abnehmender Winkelgeschwindigkeit entweder durch Friktionsscheibe oder besser wie bei der Schermaschine mit Anwendung von Kegeltrommeln, die dann zwischen den Gebläsen unten im Gestell lagern können. — Eine Schlichtmaschine mit rotirenden Bürsten weicht von der beschriebenen Maschine nur dadurch ab, dass statt des Rahmens m n mit Hebel l zwei schräg übereinander liegende, mit Bürsten besetzte, sich drehende Walzen angebracht sind. In Fig. 508 B ist ein solcher vollkommener Schlichtapparat [1]) in seinen Haupttheilen dargestellt. Die über eine Führungswalze r laufende Kette geht in der Schlichtmasse zwischen den Holzwalzen c und b durch, dreht sich um die Walze b auf die ausserhalb der Schlichte liegende Kupferwalze a, gelangt unter die mit Flanell bekleidete eiserne Presswalze d, von hier zu der Verstreichbürste S und dann über e und f zu der Trockenvorrichtung. Da der Schlichtetrog T mit Dampfröhren zum Warmhalten der Schlichte versehen

1) Dingler's Journ., Bd. 224. S. 67.

ist, so kann diese zugleich wegen ihrer durch die Wärme entstehenden Dünnflüssigkeit leichter zwischen die Fasern eintreten. Endlich ist noch eine Hilfsbürste bei n vorhanden, welche die Verstreichbürste stets reinigt. Bemerkenswerth ist noch bei dieser Vorrichtung, dass sich die Schlichtwalzen sämmtlich von o aus und nicht durch den Zug der Kette drehen, wodurch letztere an einer Längung verhindert wird, was namentlich für schwach gedrehte Garne (Streichgarn etc.) wichtig ist. — Da es in vielen Fällen erwünschter ist, künstliche Wärme zum Trocknen der Schlichte zu verwenden, weil die Arbeit dadurch bedeutend schneller von Statten geht, so giebt es manche hierauf hinaus laufende Konstruktionen von Schlichtmaschinen. Man scheint neuerdings mehr geneigt zur Anwendung erwärmter Luft als geheizter Trommeln, so dass mehrere Schlichtmaschinen nach dem System entstanden sind, bei welchem erwärmte Luft durch im Zickzack über Walzen geführte Kette getrieben wird und zwar gewöhnlich mit Hilfe eines Flügelgebläses.[1]) Die Lufterwärmung erfolgt dann entweder durch Röhren, die von brennenden Gasen oder von Wasserdampf durchströmt werden. Bei Anwendung des letzteren wird die in Fig. 509 skizzirte Anordnung[2]) sehr empfohlen. Die Kette b zieht sich, von den Walzen 1, 2, 3, 4, 5 geführt, durch einen pyramidalen Kasten, in dem unten in einem Kreise angeordnet eine grössere Zahl (20 bis 24) mit Dampf erwärmter Röhren r liegen, die einen Ventilator umgeben, der die kalte Luft von der Stirnseite zwischen die Röhren zieht und sie erwärmt gegen die Kette schleudert. Bei einer Schlichtmaschine sind drei solcher Trockenkasten ausreichend. — Durch Verbindung dieses Trockenapparates mit dem in Fig. 508 B dargestellten Schlichtapparate entsteht eine in neuester Zeit sehr empfohlene Schnellschlichtmaschine. — Da die Bürsten der Schlichtmaschinen sich schnell mit Schlichte füllen, so ist eine wiederholte Reinigung derselben erforderlich, wenn sie nicht, wie obige Skizze Fig. 508 B zeigt, kontinuirlich durch eine andere Bürste n gereinigt werden. In Folge dieses Umstandes, der bei den Leimmaschinen wegen des Erstarrens des Leimes und der dadurch bald eintretenden harten Kruste, mit der sich die Bürsten überziehen, noch störender auftritt, werden die Bürsten oft ganz weggelassen. Um bei diesen Maschinen ohne Bürsten ein gehöriges Durchtränken der Fäden zu bewirken, führt man die letzteren wohl bündelweise, also nicht in eine Ebene ausgebreitet, durch den Schlichtetrog, in dem mehrere Führungswalzen vorhanden sind. Beim Austritt aus dem Trog breitet sich dann die Kette wieder aus, um über geheizte Trommeln zu gehen. Weil bei dieser Methode des «Stärkens» (*Sizing*) das Glattstreichen durch Bürsten wegfällt, so kann auch die ausführende Maschine (Stärkemaschine,[3]) *Sizing-machine*) nur für gröbere Garne empfohlen werden. — So wie man die Schlichtmaschine in der Regel zugleich zum Aufbäumen benutzt, hat man auch Maschinen gebaut, auf welchen das Scheren, Schlichten und Aufbäumen unmittelbar hintereinander verrichtet wird.[4])

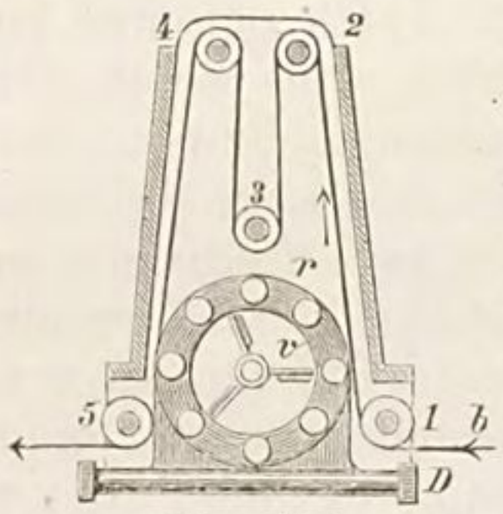


Fig. 509.

C. Einziehen.

Nachdem die Kette nach Länge und Zahl geordnet, geschlichtet und aufgebäumt ist, muss dieselbe zunächst durch die Augen der Schäfte und

1) Polyt. Centr., 1875. S. 1250. — Dingler's Journ., Bd. 215. S. 500; Bd. 217. S. 26. 2) Dingler's Journ., Bd. 224. S. 67. 3) Polyt. Centr., 1859. S. 489. — Dingler's Journ., Bd. 152. S. 103. 4) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1874. S. 130.

die Riete des Kammes gebracht werden. Diese Arbeit, welche das Einziehen, Einpassiren, Einreihen, Passiren (Passer, Passage, Remettage, Rentrage, *Drawing*, *Draught*, *Entering*) genannt wird (das Durchbringen durch den Rietkamm heisst besonders das Kammstechen, Kammstecken, Rietstecken, Piquage, *Reeding*), kann entweder vorgenommen werden, wenn der Kettenbaum schon in den Stuhl eingelegt ist, oder vorher, so dass dann beim Aufbringen einer neuen Kette Schäfte und Kamm auszuwechseln sind. Da die letzte Methode nur einen kurzen Stillstand des Webstuhls veranlasst, so ist sie in grösseren Webereien allgemein üblich. In beiden Fällen aber wird sie von Menschenhand dadurch verrichtet, dass ein Arbeiter einen etwa 250 mm. langen, am Ende häkelnadelartig mit einem Haken versehenen, in ein Heft gesteckten Draht (Einziehnadel, Einziehhaken, Reihehaken, Pasette, *Heddle-hook*) mit dem Haken voran der Reihe nach durch die Litzenaugen steckt, und nachdem ein zweiter Arbeiter (Zureicher, Aufgeber) die Fäden in vorgeschriebener Ordnung in den Haken gehängt hat (Aufgeben, *Giving-in*) wieder zurückzieht. — Bei dem Einziehen in die Schäfte muss die grösste Vorsicht bezüglich der Reihenfolge der zugereichten Fäden beobachtet werden, damit kein Faden in ein unrechtes Auge kommt, weil sonst ein sich durch das ganze Gewebe hinziehender Fehler entsteht. In wiefern beim Scheren durch die Bildung des Kreuzes und Eintheilung in Gänge eine Erleichterung fürs Einziehen herbeigeführt wird, ist nunmehr leicht einzusehen. — Zum Kammstecken, das sonst in gleicher Weise erfolgt, gebraucht der Arbeiter statt des nadelartigen ein messerartiges Werkzeug (Blattmesser, Einziehmesser, Rietmesser, Rietstecher, Pasette, *Reed-hook*), das aus Blech oder platt geschlagenem Draht hergestellt ist und zum Einlegen der Fäden einen schrägen Einschnitt besitzt. — Zur Erleichterung des Kammstechens werden die Riete im Blatte auch gewöhnlich nach Gängen (*Beer*, *Bear*) abgetheilt und die Gänge durch einen besonderen Zahn aus anderem Material gekennzeichnet. Ferner ist es hierbei sehr wichtig, für das betreffende Gewebe den zweckmässigsten Kamm auszuwählen, damit nicht zu viel Fäden in ein Riet, «die Kette nicht zu hoch im Blatte zu stehen» kommt und damit die Sprunghöhe, die Länge und die Feinheit des Blattes zu dem Gewebe passt u. s. w. Man nennt dieses Auswählen das Einstellen der Kette ins Blatt (*Examining*, *Setting*, *Slaping*). — Geschieht das Einpassiren nicht im Webstuhl, so werden der Bequemlichkeit und besseren Uebersicht wegen die Schäfte in passender Höhe auf ein Gestell gelegt und der mit Kette bewickelte Baum darüber oder dahinter gehängt.

Um endlich das Ende der Kette mit dem Zeugbaum zu verbinden, werden die Kettenfäden in mehreren Partien abgesondert und zusammengeknotet, durch die Knoten Schnüre gezogen, welche zugleich zickzackartig um eine Latte laufen, die in einer Nuth im Zeugbaum befestigt wird. Die Verbindung des anderen Kettenendes mit dem Kettenbaum wird in ähnlicher Weise hervorgebracht, nur mit dem Unterschiede, dass die Latte (Ruthe, Baumruthe, Fitzruthe, Einlegestab, Verdillon) direkt durch die Schlingen gesteckt wird, welche beim Scherrahmen in Folge des Abtheilens der Kette nach Gängen an den Fussnägeln entstehen.

D. Spulen.

In der Weberei kommt sehr oft die Arbeit vor, Garne von Kötzern, Strähnen oder Spulen zu bestimmten Zwecken auf andere Spulen zu bringen, welche Spulen (Bobinage, Dévidage, *Winding*, *Spooling*) genannt wird.

So müssen z. B. die Spulen bewickelt werden, welche im Spulenstock des Scherrahmens oder der Schermaschine stecken, desgleichen die Spulen in den Weberschützen, wenn das Garn nicht in solcher Form aus der Spinnerei kommt, dass es ohne Weiteres in die Schütze gelegt werden kann u. s. w. — Im Allgemeinen ist offenbar diese Arbeit derjenigen ähnlich, welche zur Bildung der Spulen bei den Spinnmaschinen, namentlich dem Flyer S. 595 und der Watermaschine S. 605, ausführlich erörtert ist. Sie ist aber aus dem Grunde einfacher und daher auch mit weniger komplizirten Vorrichtungen auszuführen, weil alles Das, was bei den Spinnmaschinen ausser den Organen zum Aufwickeln noch vorhanden sein muss, wegfällt und weil die beträchtliche Festigkeit der Garne eine gewisse Spannung zulässt. Wie das Spinnen so kann auch das Spulen mit einem einfachen Werkzeug (drehender Spindel) verrichtet werden, das entweder mit der Hand vermittelst eines Rades mit Schnur und Wirtel (Spulrad, Rouer à bobiner, Bobinoir, *Spooling wheel*) oder einer machinalen Vorrichtung und dann zugleich in grösserer Zahl in Bewegung gesetzt wird und dem man den Faden durch einen Fadenleiter, Fadenführer, Weiser (Distributeur, Guide, *Guide*) so zuführt, wie das Bildungsgesetz der Spule S. 597 verlangt (Spulmaschine,[1]) Bobineuse, Bobinoir, Machine à bobiner, Mécanique à devider, *Winding machine, Winding frame*). Indem daher hier bezüglich des Aufwindeprozesses auf die Erörterungen auf S. 583 und in Bezug auf die Verschiedenheiten in der Anlage und Ausführung auf die Zitate verwiesen werden kann, mag zum näheren Verständniss die Beschreibung einer Spulmaschine mit Hilfe der Fig. 510 genügen.

Zwischen zwei gehörig durch Langstücke verbundenen Gestelltheilen befinden sich eine Anzahl (6 bis 30) Wirtel mit Zapfen oder auf kurzen Rohrstücken über einem Tisch drehbar gelagert und von Schnüren c in Umdrehung versetzt, welche um die durch das ganze Gestell reichende Trommel d laufen, die von der Achse A getragen wird, welche direkt durch eine Riemscheibe den Antrieb erhält. In diese Wirtel werden die mit drei- oder viereckigen Enden versehenen Spindeln b gesteckt, welche bei a die zu bewickelnde Holzspule aufnehmen. Das obere Ende dieser Holzspule ist nach unten gekehrt kegelförmig und von einem trichterförmigen Rohr o umgeben, welches keine Senkung aber eine Steigung und Drehung der Spule zulässt. Zum Zuleiten des Fadens ist dieser Trichter an der Vorderseite geschlitzt. Indem nun der Faden F von dem Haspel H über die Stange a und den Fadenführer i zur Spule geleitet wird, bilden sich auf letzterer kegelförmige Lagen, wie zwischen de, Fig. 420, S. 583, wenn der Fadenführer i entsprechend auf- und niedersteigt. Zu dem Zwecke dient der Hebel h, welcher die an Stangen sitzenden Finger i trägt, durch die Stange g mit dem Hebel f verbunden ist und mit dieser vermittelst der Herzscheibe e auf-

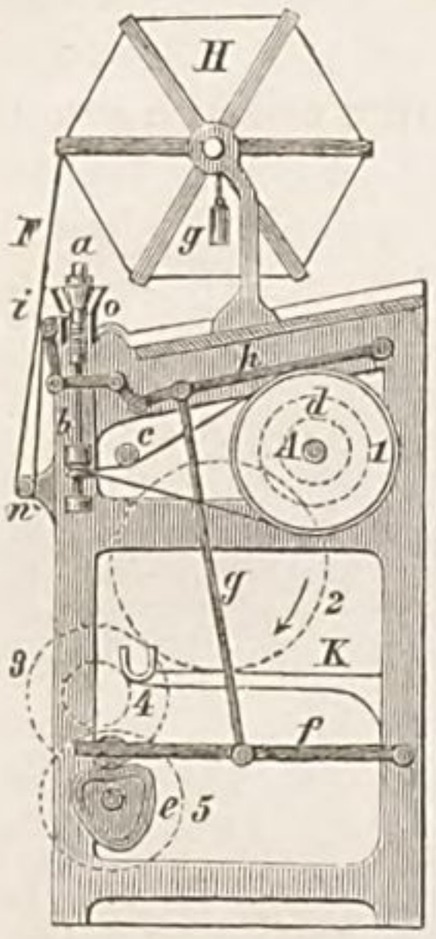


Fig. 510.

1) Berliner Verh., 1842. S. 127; 1844. S. 234; 1845. S. 91; 1855. S. 95, 128; 1861. S. 238; 1864. S. 230. — Civil-Ing., 1875. S. 257, 405. — Publ. ind., V. 5. S. 164; V. 15. S. 230. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 187; 1872. S. 82. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1876. S. 414, 415. — Polyt. Centr., 1848. S. 708; 1853. S. 460; 1855. S. 795; 1858. S. 394, 1060; 1860. S. 579; 1862. S. 445, 1278; 1864. S. 1282, 1570; 1865. S. 180; 1875. S. 1248. — Dingler's Journ., Bd. 137. S. 110; Bd. 142. S. 326; Bd. 149. S. 417; Bd. 156. S. 415; Bd. 175. S. 184.

und niedergeführt wird und zwar um die Höhe einer Kegelschicht, welche etwa 20 mm. beträgt. Das Herzstück e erhält seine Umdrehung durch die Transporteurräder 5, 4, 3, 2, 1 von der Hauptrolle A aus. — Indem bei der allmählichen Füllung der Spule diese sich, von dem Trichter gedrängt, in die Höhe schiebt und dadurch für eine neue Schicht Stellung nimmt, wird nicht nur die Bewickelung eine feste und der Apparat überflüssig, welcher sonst nach jeder Lage eine Verstellung zwischen dem Führer i und der Spule a erzeugen müsste, sondern es wird auch, bei richtiger Abmessung der Spindellänge in dem Augenblick, wo die Spule ganz bewickelt ist, die Spindel aus dem Wirtel austreten und zum Stehen kommen, wodurch die Bewicklung aufhört.

In der Regel werden bei dieser Trichterspulmaschine zwei Haspelhalter angebracht, wovon der auf dem Tisch stehende bei H die grossen, der bei K unter dem Tisch liegende die kleinen Haspeln aufzunehmen bestimmt ist. Diese Einrichtung ist wegen der Verschiedenheit der Strähne S. 609 (Seide, Baumwolle, Leinen) wünschenswerth. — Sehr häufig baut man diese Maschinen auch doppelt oder zweireihig bis 60 Spindeln.

Die Spindeln machen pro Minute 900 bis 1000 Umdrehungen, wobei sich die Spulen etwa in 5 bis 8 Minuten füllen, so dass eine Spindel 7 bis 12 Spulen (also im Durchschnitt $9^1/_2$) in der Stunde herstellen kann. Dabei rechnet man für dünnes Garn 1 und für dickes Garn $1^1/_2$ Spindel für einen Webstuhl.

Dritter Abschnitt.

Verschönerungs-, Vollendungs- und Nacharbeiten.

Die von dem Webstuhl kommenden Gewebe befinden sich mit wenig Ausnahmen in einem Zustande, der noch theils zum Zwecke der Verschönerung, theils zur Erhöhung oder Erzeugung des Gebrauchswerthes eine oder mehrere Nacharbeiten, und zwar gewöhnlich in noch höherem Grade als das Garn S. 607, verlangt.

In vielen Fällen, z. B. bei dem Verspinnen der Wolle, müssen die Fasernoberflächen durch Fette schlüpfrig gemacht werden, welche man nicht immer vor dem Weben entfernt und daher noch im Gewebe vorfindet. — Einen sehr grossen Theil der zum Verweben gelangenden Garne überzieht man zum Schutz gegen die Angriffe der Schaftoesen, Kämme, Schützen etc. mit Schlichte oder Leim, S. 722, welcher ebenfalls mit ins Gewebe übergeht. — Zur Entfernung dieser und anderer mehr zufällig hinzukommenden, das Gewebe in hohem Masse unansehnlich machenden Substanzen muss dasselbe der Einwirkung reinigender Mittel durch einen Reinigungsprozess unterworfen werden.

Während des Webens ist es, trotz der die Fäden überziehenden Schlichte, nicht möglich, zu verhindern, dass die feinen Faserspitzen, welche an der Oberfläche des Garnes heraustreten, sich nicht mehr oder weniger los-

---

1) G. Meissner, Die Maschinen zur Appretur, Färberei und Bleicherei, Berlin 1873. — Kappelin, Die Bleicherei und Appretur der Wollen- und Baumwollenstoffe Berlin 1870. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 203, 218, 233; 1873. S. 130, 212; 1874. S. 58 etc. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 527. — Techn. Lexicon, Bd. I. S. 169. — F. Hausner, Darstellung der Textil- etc. Industrie. 2. Aufl. Wien 1876.

scheuern und die Oberfläche des Gewebes mit einem zwar zarten aber ungleichmässig vertheilten und daher unansehnlichen Flaum überziehen, der zur Verschönerung des Zeuges entweder gänzlich entfernt oder in einen Zustand höchster Regelmässigkeit übergeführt wird.

Eine bedeutende Menge von Geweben aller Art besitzt selbst nach der Reinigung und nach Entfernung des Flaums einen höchst geringen Glanz, so dass sie zur Ausstattung mit einer mehr oder weniger glänzenden Oberfläche einen glanzerzeugenden Prozess durchzumachen haben.

Manche Gewebe sollen eine Dichtigkeit und Undurchdringlichkeit gegen Nässe etc. besitzen, welche nicht auf dem Webstuhl, selbst nicht durch scharfes Anschlagen, sondern nur durch gewisse Nacharbeiten in dem gewünschten Grade hervorgebracht werden kann.

Andere Gewebe bedürfen ihrer Bestimmung gemäss einer grossen Weichheit, wieder andere einer gewissen Steifheit und Härte u. s. w.

Die sämmtlichen zur Erzeugung der obigen Eigenschaften in Ausführung stehenden Arbeiten führen den gemeinschaftlichen Namen Appretur- oder Zurichtungs-Arbeiten. Sie sind grösstentheils mechanischer und nur dann rein chemischer Natur, wenn zugleich durch Bleichen und Färben eine Veränderung der Farbe beabsichtigt wird, und können eingetheilt werden in Arbeiten zur Verschönerung und in Arbeiten zur Vollendung, wenngleich allerdings eine scharfe Grenze zwischen beiden nicht besteht, da manche Vollendungsarbeiten ebensogut eine Verschönerung als die für die letztere bestimmten eine Vollendung erzeugen.

Erstes Kapitel.

Die Verschönerungs-Arbeiten.

Die Arbeiten zur Verschönerung der gewebten Stoffe bezwecken wesentlich — da hier von der chemischen Behandlung durch die Bleiche und das Färben abgesehen werden muss — eine Reinigung derselben und die Hervorbringung eines dem Auge angenehmen Ansehens, oft in Begleitung einer grossen Glätte und eines starken Glanzes, und zerfallen daher in Reinigungsarbeiten und in Glättarbeiten.

I. Die Reinigungsarbeiten.

A. Waschen.

Die behufs der Reinigung anzuwendenden Mittel richten sich in erster Linie nach der Natur der zu entfernenden Stoffe und dann nach dem Material des Gewebes. Sie können aus leicht einzusehenden Gründen nur in flüssigem Zustande zur Anwendung kommen, weshalb denn auch die ganze Operation kurzweg Waschen genannt und von einer zweiten «dem Trocknen» begleitet wird.

Die aus Stärkekleister oder Leim, Gummi u. dergl. dargestellte, durch Trocknen hart gewordene Schlichte verhält sich in kaltem Wasser insofern verschieden, als der Kleister und das Gummi sich bald darin lösen, während der thierische Leim darin nur gallertartig anquillt und zur Lösung einer Zersetzung bedarf, welche eine Zeit fordert, dass sie auch auf das Gewebe von nachtheiligem Einfluss sein kann. Da jedoch der thierische Leim in erwärmtem Wasser sich leicht löst und in letzterem ebenfalls die Lösung

der Stärkekleister wesentlich schneller und sicherer von Statten geht, so ist die Anwendung warmen Wassers zum Waschen (Lavage, *Washing*) der Gewebe, wenigstens für das erste Waschen, vorzuziehen und auch grösstentheils in Gebrauch.

Ist die von dem Gewebe fortzuschaffende Substanz dahingegen fettiger Natur, so genügt eine Anwendung reinen Wassers selbst in erwärmtem Zustande nicht, sondern es sind fettlösende Wasch-Materialien in Anwendung zu bringen, welche entweder eine Verseifung des Fettes oder eine Emulsirung desselben veranlassen, da die eigentlich lösenden Mittel (Schwefelkohlenstoff, Aether, Benzin u. s. w.), S. 525, durchaus unanwendbar erscheinen. Für gewöhnliche Zwecke genügt es, einen Zusatz von Alkali oder Seife, unter Berücksichtigung der S. 521 etc. ausführlich erörterten Regeln, zu machen und das Wasser der günstigeren Einwirkung wegen zu erwärmen, so dass also die Methode dieses Waschens (Dégraissage, *Scouring*) mit der oben erwähnten nicht weiter verschieden ist.

Zum gründlichen und schnellen Waschen der Gewebe ist erforderlich, dass dieselben gehörig mit der Waschflüssigkeit durchdrungen werden und nach Ablösung der zu entfernenden Stoffe genügend Gelegenheit bekommen, sich von diesen zu trennen. Demnach kann man auch hier den Waschprozess in zwei Stadien zerlegen: in das der Einweichung oder Auflösung und in das der Entfernung der aufgelösten Theile. — Da in beiden Fällen aber ein Durcharbeiten des Gewebes das Eindringen und die Herausschaffung der Flüssigkeit, also die Waschoperation, wesentlich unterstützt und dieses Durcharbeiten je nach der Stärke und Beschaffenheit des Zeuges überhaupt in mehr oder weniger stark schiebenden oder stossenden Einwirkungen besteht, so ist es allgemein üblich, das Zeug während des Waschens solchen Einwirkungen auszusetzen. Da ferner das Zeug entweder im Ganzen d. h. in Ballen oder Klumpen zusammengelegt oder nach und nach dem Waschprozess unterworfen wird, so sind durch Kombinirung dieser Verschiedenheiten eine Reihe von Waschapparaten entstanden, welche den allgemeinen Namen Waschmaschinen führen und wesentlich in drei Arten zerfallen.

1) **Waschtrommeln** (Waschräder, Roue à laver, *Wash-wheel*). Hierunter versteht man ein hölzernes Fass von 2 bis 3 m. Durchmesser und 0,75 bis 1,0 m. Länge, welches mit seiner Achse horizontal gelagert und gewöhnlich durch flügelartig gestellte Scheidewände in Zellen getheilt ist, welche zur Aufnahme der Zeuge dienen und unter sich durch in den Flügeln angebrachte Schlitze in Verbindung stehen. Indem dies Waschrad unter beständigem Zufluss von Wasser durch einen hohlen Zapfen, und beständigem Abfluss desselben durch den gegenüberliegenden Boden sich mit etwa 15 bis 25 Touren in der Minute dreht, erfahren die eingelegten Stoffe ein Durcharbeiten durch ihr eigenes Gewicht, indem sie fortwährend in den Zellen herumrollen und fallen. — Da bei leichten Stoffen ein geringes Durcharbeiten nicht nur genügt, sondern auch zur Schonung derselben nothwendig ist, so pflegt man diese in der Regel in Waschrädern zu waschen, die jedoch auch zur Unterstützung der Einwirkung mit Vorrichtungen zum Erwärmen mittelst Dampf oder heisser Luft eingerichtet sind.[1]) — Für gewöhnliche Fälle reichen 6 bis 8 Minuten zu einer Waschung aus, so dass bei 4 Zellen täglich wohl 250 bis 300 Stück gewaschen werden können, wenn in jede Zelle ein Stück gelegt wird. — Der Kraftverbrauch eines solchen Rades wird auf 1,5 bis 2 Pferdestärken angegeben.

1) Polyt. Centr., 1857. S. 523. — Dingler's Journ., Bd. 143. S. 88, 90.

2) **Walzenwaschmaschinen.** — Bei den dicht gewebten stärkeren Stoffen reicht die gelinde Einwirkung, welcher die Zeuge in der Waschtrommel in Folge des Herunterfallens ausgesetzt sind, zum gründlichen Waschen nicht aus. Es ist vielmehr ein kräftiges Durchpressen oder Durchkneten erforderlich, welches naturgemäss in sehr einfacher und günstiger Weise dadurch herbeigeführt werden kann, dass man die mit der Waschflüssigkeit getränkten Zeuge entweder einzeln oder in mehreren Lagen übereinander ausgebreitet oder in der Breite zusammengeschoben durch eins oder mehrere Walzenpaare laufen lässt, welche mit entsprechendem Druck gegen einander, also auch auf das Zeug wirken. Auf diesem Prinzip beruhen die Walzenwaschmaschinen, welche Breitwaschmaschinen heissen, wenn das Zeug der Breite nach ausgespannt, und Stückwaschmaschinen. wenn das Zeug seitwärts faltig zusammengeschoben bearbeitet wird.

a. Breitwaschmaschinen.[1]) Bei diesen Maschinen ist gewöhnlich die Anordnung so getroffen, dass das Zeug ähnlich wie die Wolle in dem Leviathan, S. 523, mehrere mit Waschflüssigkeit versehene Behälter passirt, zwischen welchen je ein Walzenpaar zum Ein- und Ausdrücken der aufgenommenen Flüssigkeit angebracht ist. Damit hierbei das Zeug einen möglichst weiten Weg in dem Wasser zurücklegt, wird es in der Regel in jedem Behälter dreimal über Führungswalzen (wovon drei in und zwei über der Flüssigkeit liegen) auf- und nieder- und dann zu den Presswalzen geleitet. Sind, wie das gewöhnlich der Fall ist, drei Behälter und drei Walzenpressen vorhanden, so taucht das Gewebe neunmal unter, und zwar in jedem folgenden Behälter unter reineres Wasser, so dass es zuletzt durch ganz reines Wasser läuft. Beim Austritt aus dem letzten Behälter ist vor dem Presswerk zweckmässig zum letzten Abspülen noch ein Spritzrohr angebracht, welches aus einem mit feinen Löchern versehenen quer über dem Zeuge liegenden Rohr besteht, dem von einem Reservoir Wasser zugeführt wird. — Die Belastung der Oberpresswalze findet auf dieselbe Weise durch Hebel und Gewichte Statt, wie bei der Strecke, Fig. 409, S. 569, und richtet sich in der Grösse nach dem Stoffe, das gewaschen wird.

b. Stückmaschine.[2]) — Die Breitmaschine bietet zwar den Vortheil, dass die Gewebe in der ganzen Breite ausgespannt erhalten bleiben und sich auch bei richtiger Leitung der Arbeit nicht verziehen; sie ist aber zum Auswaschen schwererer Stoffe nicht wohl geeignet, weil die pressende Einwirkung der Walzen auf das ausgebreitete Gewebe zu dem vorliegenden Zweck nicht ausreicht, sondern weil vielmehr diese Stoffe sich besser in faltigem Zustande reinigen, namentlich wenn dieselben von Fett durchdrungen sind und zum Waschen Lauge fordern. Da die Stückmaschine das Waschen in diesem Zustande des Zeuges ausführt, so tritt sie unter genannten Umständen an die Stelle der Breitmaschine. — Sie besteht der Hauptsache nach (Fig. 511) aus den zwei Walzen A und B von hartem Holz, wovon die untere B von dem Betriebsriemen durch die Transporteurräder 2 und 3 mit durchschnittlich 20 bis 40 Touren in der Minute umgetrieben und die obere gehörig belastete A durch Reibung mitgenommen wird. Das durch Zusammennähen in ein endloses Tuch verwandelte Zeug T, welches gewaschen werden soll, wird in der Richtung des Pfeiles von den beiden Walzen kontinuirlich bewegt, durch die in dem Behälter D befindliche Flüssigkeit und durch entsprechende Löcher des Steges e gezogen,

---

1) Polyt. Centr., 1852. S. 727; 1853. S. 1029. — Dingler's Journ., Bd. 95. S. 346, 350. 2) Berliner Verh., 1828. S. 132; 1837. S. 279. — Hütte, 1860. Taf. 34b. — Dingler's Journ., Bd. 68. S. 99.

um hier faltig zusammengelegt zu werden. Um das mit Schmutz etc. beladene Wasser, nach einer gewissen Zeit der Einwirkung, durch Auspressen zu entfernen, ist unter der Unterwalze B ein Auffangtrog C vorhanden, in dem sich die von der Walze laufende Flüssigkeit sammelt, um von Zeit zu Zeit abgelassen zu werden, wenn die Verwerthung derselben in der Absicht liegt. In anderem Falle leitet man das Waschwasser durch ein Rohr direkt aus dem Trog C in einen Ablaufkanal. — Zur Erleichterung im Betrieb giebt man gewöhnlich den 360 mm. dicken Walzen eine Länge von 1 m. und theilt den Behälter D durch zwei Scheidewände in 3 Theile (dem jeden durch ein 40 bis 50 mm. weites Rohr Wasser unter 1 bis 1,5 m. Druckhöhe zufliesst), so dass stets 3 Stücke Zeug auf einmal zur Behandlung gelangen. — Je nach der Beschaffenheit und Länge der Zeuge ist die Waschung in 15 bis 18 Minuten vollendet. — Die Stückwaschmaschine ist übrigens auch zum Waschen leichter Waare sehr geeignet, und selbst sehr leichte Stoffe lassen sich darin ohne Gefahr waschen, wenn man sie in Netze oder ähnliche Umhüllungen einschlägt und die Oberwalze schwach belastet. Dann ist auch eine Umkleidung der (eisernen) Walzen mit vulkanisirtem Kautschuk[1]) empfehlenswerth.

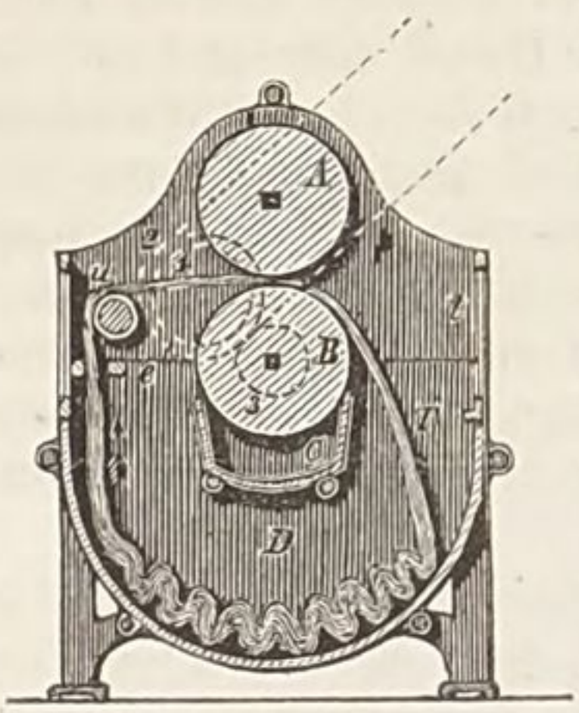


Fig. 511.

3) **Hammerwaschmaschine.**[2]) — In vielen Fällen, namentlich bei sehr schweren Stoffen (Tuch, Buckskin etc.), wird eine noch stärkere äussere Einwirkung während des Waschens erforderlich, als in der Walzenmaschine stattfindet, und sind daher stossende und schlagende Werkzeuge anstatt Quetschwalzen in Gebrauch, welche nach dem Prinzip der mechanischen Hämmer, S. 145, konstruirt sind und daher Hammerwaschmaschinen heissen. Sie zerfallen wie die Hämmer auch in zwei Gattungen, je nachdem sie im Bogen schwingen, oder sich in gerader, ausschliesslich vertikaler Linie bewegen. Da die Letzeren, welche den zum Boken des Flachses dienenden Stampfen, S. 483, im wesentlichen gleichen, wenig zu der Waschoperation in Benutzung stehen, so mag hier die Beschreibung der anderen eigentlichen Waschhämmer genügen.

Sie werden entweder nach dem Vorbilde eines Schwanzhammers oder eines Stirnhammers, S. 146, ausgeführt.

Nach der ersten Art (Prätschmaschine, Pantschmaschine, Battoir, *Wash beater*) bestehen sie in einer Anzahl (gewöhnlich 6) Klopfhölzer (Bleuel, Waschbleuel) von etwa 2,5 bis 3,0 m. Länge, 225 mm. Breite und 75 mm. Dicke, welche auf die hohe Kante gestellt, horizontal unmittelbar nebeneinander liegen und in etwa $^1/_4$ vom Ende eine gemeinschaftliche eiserne Drehachse haben. Hinter dem kurzen Ende dieser, als zweiarmige Hebel anzusehenden Hölzer befindet sich parallel zur Drehachse eine Daumenwelle mit Daumen, welche so versetzt sind, dass sie der Reihe nach auf die kurzen Hebelenden wirken und die langen Hebelarme heben, die darauf nieder- und auf das von einem Tisch getragene Zeug fallen. Damit sich hierbei die Schläge gehörig vertheilen, ist der Tisch beweglich angeordnet, entweder in der Weise, dass er sich unter den Schlägern in grader Richtung hin- und herschiebt, oder dass er sich in der Horizontal-

---

1) Dingler's Journ., Bd. 145. S. 418. 2) Berliner Verh., 1837. S. 281, 285. — Polyt. Centr., 1851. S. 513; 1856. S. 213. — Dingler's Journ., Bd. 119. S. 213.

ebene um eine vertikale Achse dreht. Mitunter giebt man auch dem Tisch eine feste Lage und zieht das Zeug vermittelst Walzen darüber hinweg. — Der Waschoperation besonders förderlich ist eine gefurchte Oberfläche des Tisches, die deshalb auch oft angewendet wird. Da aber in diesem Falle die Furchen so breit sind, dass die abgerundeten Bleuel hineinfallen, so muss der Tisch unbeweglich angeordnet werden. Zum Zweck des Waschens (hier Prätschen oder Pantschen genannt) schiebt man das faltig zusammengelegte Zeug auf den Tisch und lässt die Hämmer unter fortwährendem Wasserzufluss so lange darauf einwirken, bis das Wasser klar abläuft. Ist Lauge zum Waschen erforderlich, so muss das Zeug vorher damit gehörig getränkt werden. — Die Geschwindigkeit der Daumenwelle ist so zu bemessen, dass jeder Hammer 30 bis 35 mal in der Minute niederfällt.

Da die Bläuel des vorstehenden Waschhammers das Zeug stets in einer Richtung und auf einer Stelle treffen, so ist ein fortwährendes Verschieben und Wenden des Zeuges erforderlich, wenn die Arbeit einen guten Erfolg haben soll. Hierdurch werden besondere bewegende Organe oder Menschenhände nothwendig, zu deren Vermeidung man nur eine Anordnung des Hammers zu treffen braucht, welche bei jedem Schlag des letzteren das Zeug an einer schrägen Fläche in die Höhe schiebt und dadurch veranlasst, nach jedem Stoss von dieser Fläche herunter zu rollen oder zu fallen. — Zur Verdeutlichung einer solchen Anordnung mag die nebenstehende Fig. 512 dienen. Der hölzerne Hammer m m hängt an einem eisernen Arm g (Schwinge) durch das gabelförmige Vermittlungsstück h, an dem zugleich ein Gleitstück zur Aufnahme eines Kurbel- oder Krummzapfens o sich befindet, der den Hammer in Schwingungen versetzt. Dieser schlägt dadurch mit seinen gezackten Bahnen an das Zeug, welches in den Räumen o und p (Waschloch) liegt, schiebt dasselbe an den überhängenden Wänden (Brustlehne) in die Höhe und wendet es dadurch, so dass es nach jedem Schlag in eine andere Lage kommt. Um dabei das Wenden zu sichern, sind bei q sog. Wende-Regulatoren angebracht, welche aus krummen durch Gewichte oder Federn nach innen drückenden, nachgiebigen und verstellbaren Blechplatten bestehen. Desgleichen vermeiden die bei r eingehängten Fangbretter das Auffallen der Zeuge auf die Hämmer. Da die Waschlöcher o und p ein geschlossenes Gefäss bilden, so kann das zu waschende Zeug beliebig lange mit der Waschflüssigkeit in Berührung bleiben. Nach gehöriger Einwirkung aber wird vermittelst der Zugstange z das Ventil v geöffnet und die Lauge etc. abgelassen. — In der Regel baut man diese Kurbelwaschmaschine doppelt, d. h. mit zwei neben einander schwingenden Waschhämmern, welche durch 2 um 180° versetzte Krummzapfen die Bewegung erhalten und in 2 oder 4 Waschlöchern arbeiten (Doppel-Kurbelwaschmaschine).[1])

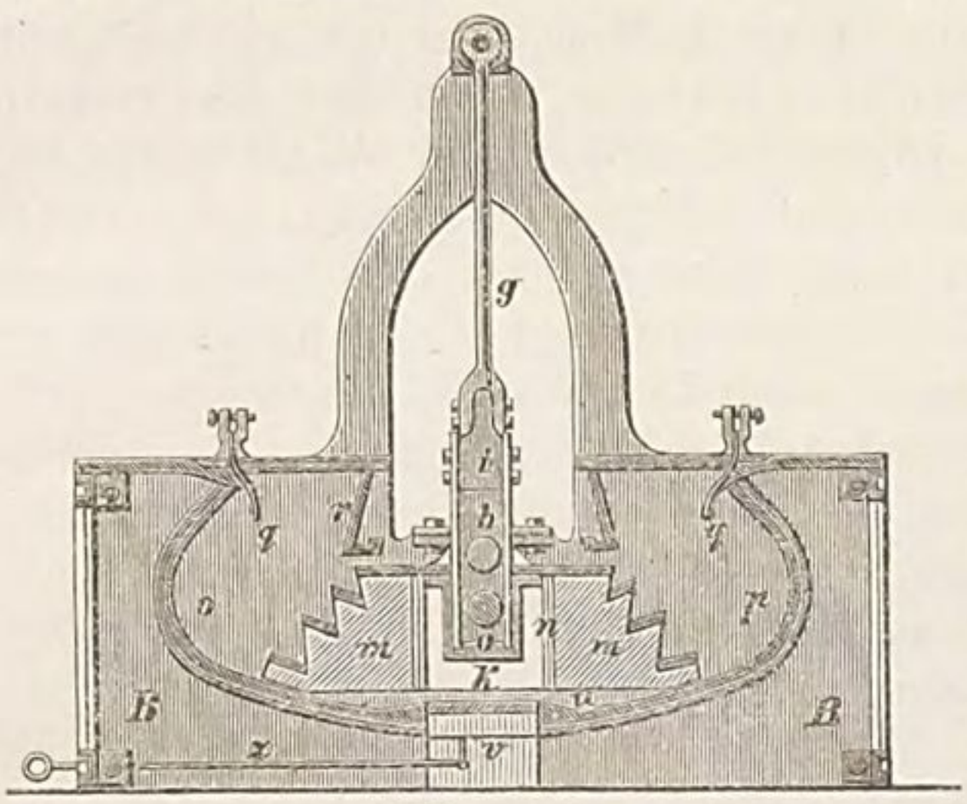


Fig. 512.

1) Zeitsch. d. Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 527.

Von diesem Waschhammer, welcher das hervorragend Eigenthümliche hat, selbst bei 100 Schwingungen in der Minute mehr durch Druck, als durch Stoss zu wirken, und das Zeug trotz des kräftigen Auswaschens zu schonen, unterscheiden sich die früher sehr üblichen Waschhämmer mit Waschloch also Wendevorrichtung wesentlich, indem sie als Stirnhämmer zu betrachten sind, dessen Stiele sich unter 45 bis 55° gegen den Horizont neigen, die am Kopf von Däumlingen einer Daumenwelle gehoben und durch plötzliches Niederfallen durch Stoss zur Wirkung gebracht werden.[1]) — Die unverkennbaren Vortheile der nach dem durch Fig. 512 dargestellten Prinzip konstruirten Waschhämmer hat nicht nur eine allgemeine Einführung derselben, sondern auch mancherlei abweichende Konstruktionen zur Folge gehabt.

B. Trocknen. Spannen.

Die aus der Wäsche kommenden Stoffe sind durch und durch mit Wasser getränkt und müssen, wenn sie nicht sofort in die Bleicherei oder Färberei gelangen, einem Prozess unterworfen werden, welcher die Beseitigung dieses Wassers bewirkt.

Vollständig mit Wasser getränkte Gewebe entlassen bereits einen bedeutenden Theil des Wassers, wenn sie auf einen durchlöcherten Boden oder ein Gitter gelegt werden, in Folge des durch das eigene Gewicht entstehenden Druckes. Ein grosser Theil Wasser bleibt jedoch noch zurück, indem dasselbe theils durch Adhaesion, theils durch die Haarröhrchenkraft oder Kapillar-Anziehung festgehalten wird. Der Wassergehalt [1]) richtet sich aus diesem Grunde nach der Art des Stoffes und des Gewebes, indem z. B. Wolle, wahrscheinlich wegen ihrer rauhen Oberfläche, mehr Wasser aufnimmt und festhält, als die glatte Seide oder Leinewand. Im Durchschnitt ist anzunehmen, dass nasses Gewebe

aus	Wolle	das	2	bis	3 fache,
«	Baumwolle	«	1,5	«	2,5 «
«	Leinen	«	1,5	«	2,0 «
«	Seide	«	1,5	«	1,8 «

des eigenen Gewichts Wasser besitzt.

Ein grosser Theil dieses Wassers hängt so lose an den Fasern, dass es durch Auspressen der Gewebe zwischen den Fasern verschoben und somit zum Austreten veranlasst werden kann. Ein anderer Theil bedarf dahingegen kräftigerer Mittel zur Entfernung und der Verwandlung desselben in Dampf vermittelst Wärme, da die noch mögliche Methode der Wasserentziehung durch stark hygroskopische Körper aus praktischen Gründen auszuschliessen ist. Demnach giebt es zwei Wege zur Entfernung des Wassers: denjenigen durch Pressung und denjenigen durch Verdunstung oder Verdampfung.

1) **Trocknen durch Pressung.** Auf S. 512 ist nachgewiesen, dass durch Zusammendrehen eines Faserbündels eine Annäherung der Fasern in radialer Richtung und im Inneren der Fasermasse der Drehung entsprechend eine Pressung entsteht. Hieraus lässt sich unmittelbar die Thatsache erklären, nach welcher eine Entfernung von Wasser aus einem Gewebe herbeigeführt werden kann, wenn man dasselbe in ähnlicher Weise zusammendreht, und auf welcher die Methode des Wringens (Auswringens, Auswinden, Tordre, *Wringing*) beruht.

---

1) Berliner Verh., 1837. S. 281, 285. — Techn. Encyklop., Bd. 25. S. 343. — Dingler's Journ., Bd. 68. S. 101. 2) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1870. S. 188.

Bei dem S. 168 etc. Vorgange des Drahtziehens ist hervorgehoben, dass beim Durchziehen durch das Ziehloch eine Kompression im Innern der Masse eintritt, welche die Verschiebung der Theilchen bedingt. Da die letztere aber um so leichter ausgeführt werden kann, um so geringer der Zusammenhang der Theilchen ist, so folgt auch hieraus unmittelbar, dass ein Gewebe entwässert wird, wenn man es zusammengelegt durch ein Loch zieht (Ziehen).

Durch den S. 173 geführten Nachweis, dass in Folge einer, die Drehbarkeit erzeugenden Anordnung des Seckenzuges das Walzwerk mit kontinuirlicher Wirkung und bedeutend geringerer Reibung entsteht, ist zugleich auch der Beweis geliefert, dass eine Pressung zwischen rotirenden Zylindern ein Entwässern der Zeuge in Folge der Verschiebung der anhängenden Wassertheile bewirkt.

Endlich erkennt man leicht aus dem Verhalten der Körper in einem Druckwerk, S. 161, dass ebenfalls ein Auspressen der Flüssigkeit stattfindet, wenn man sie zwischen Platten einem entsprechenden Drucke aussetzt.

Ein in Rotation befindlicher Körper hat vermöge der ihm innewohnenden Trägheit das Bestreben in gerader, tangentialer Richtung sich fortzubewegen mit einer Intensität, welche Zentrifugalkraft genannt und durch die Gleichung $K = \omega^2 M r$ ausgedrückt wird, wenn M die Masse des Körpers, ω seine Winkelgeschwindigkeit und r dessen Schwerpunkts-Abstand von der Drehachse ist. Wird demnach ein Körper in Umdrehung versetzt, der Theile besitzt, die mit dem Hauptkörper durch eine Adhaesion verbunden sind, so werden diese sich abtrennen, wenn die Zentrifugalkraft K grösser ist, als die Adhaesion. Da nun die zur Erzeugung dieser Kraft erforderliche Umdrehungsgeschwindigkeit leicht erreicht werden kann, so bietet die Zentrifugalkraft ebenfalls ein vorzügliches Mittel zum Entwässern von Stoffen (Zentrifugiren, Schleudern).

Vergleicht man die beim Wringen, Ziehen, Walzen, Drücken und Schleudern stattfindenden Vorgänge, so gelangt man sofort zu der Ueberzeugung, dass zur Erzielung gleicher Wirkung das Zeug beim Wringen und Ziehen am stärksten angespannt und dem Zerreissen ausgesetzt wird, dass beim Pressen und Schleudern fast gar keine Anspannung und beim Walzen eine um so geringere auftritt, je grösser die Walzendurchmesser sind. Da ferner beim Walzen und beim Schleudern die Wassertheilchen am besten und schnellsten entweichen, während sie beim Wringen um so weniger nach aussen gelangen können, je stärker gedreht wird und beim Pressen zwischen ebenen Platten ebenfalls einen langen Weg zurücklegen müssen, so ist erklärlich, weshalb die Walzen- und Zentrifugal-Trockenmaschinen die gebräuchlichsten sind, und die Wringmaschinen,[1]) sowie die auf dem Prinzip des Ziehens beruhenden Apparate und die Plattenpresse kaum noch zum Entwässern in Gebrauch stehen.

Die Walzenpresse für den in Rede stehenden Zweck kann in der einfachsten Konstruktion aus zwei Walzen bestehen, welche, wie bei der Breitwaschmaschine, die Breite des Zeuges zur Länge haben und durch eine gehörige Hebelbelastung der Oberwalze und Drehung zur Wirkung gebracht werden. — Sehr oft setzt man sie jedoch aus 3 bis 5 Walzen zusammen, die über- und nebeneinander so angeordnet sind, dass das Zeug in mehreren Lagen die Walzen passirt.

---

1) Polyt. Centr., 1863. S. 520. — Dingler's Journ., Bd. 3. S. 10.

Die Zentrifugal-Trockenmaschine[1]) (Zentrifuge, Schleudermaschine, Hydro-extracteur, Toupie mécanique, Essoreuse, Exprimeur, *Centrifugal drying machine*) besteht (Fig. 513) dem Wesen nach aus einer zylindrischen, 1 bis 1,5 m. im Durchmesser haltenden, 0,4 bis 0,6 m. hohen Trommel T aus durchlöchertem Kupferblech, welche auf einer gusseisernen Scheibe a festgenietet ist, deren Nabe auf einer vertikalen Welle c sitzt, so dass diese Welle zugleich die Achse der Trommel bildet. Die Welle läuft mit einem Stützzapfen am unteren Ende in einem Fusslager und oberhalb der Trommel bei d mit einem Hals- oder Kammzapfen in einem zweiten entsprechenden Lager. Ueber diesem in einem kräftigen Gestell G angebrachten Lager d erfolgt der Wellen-Antrieb am zweckmässigsten, von den Riemscheiben r r aus, durch ebene Reibungsscheiben s und eine Papierwalze p, die auf der Welle festsitzt, mit einer Umdrehzahl, dass ein Punkt der Trommel eine Geschwindigkeit von 50 bis 60 m. in der Sekunde erhält, welche bei 1 m. Trommeldurchmesser etwa 960 bis 1200 Touren in der Minute entspricht. Zum Auffangen des ausgeschleuderten Wassers ist ferner die Trommel mit einem zylindrischen Kessel K umgeben. Weil in Folge der bedeutenden Umdrehzahl der Trommel ein langes Nachlaufen derselben eintritt, so ist noch bei C eine Bremsvorrichtung angebracht, die durch das bei b sichtbare Handrad vermittelst Schrauben angezogen ein schnelles Arretiren ermöglicht. — Um ferner das Anlaufen langsam beginnen und erst allmählich die Geschwindigkeit anwachsen zu lassen, ist wohl noch die Einrichtung getroffen, die Walze p auf der Welle zu verschieben. — Endlich dienen die Pressschrauben u, u zur Regulirung der zwischen s und p erforderlichen Pressung. — Die Entwässerung der in die durchlöcherte Trommel gebrachten Zeuge erfolgt durchschnittlich in 12 bis 20 Minuten so weit, dass sie nur 30 bis 40 Prozent Wasser, oft noch weniger enthalten.

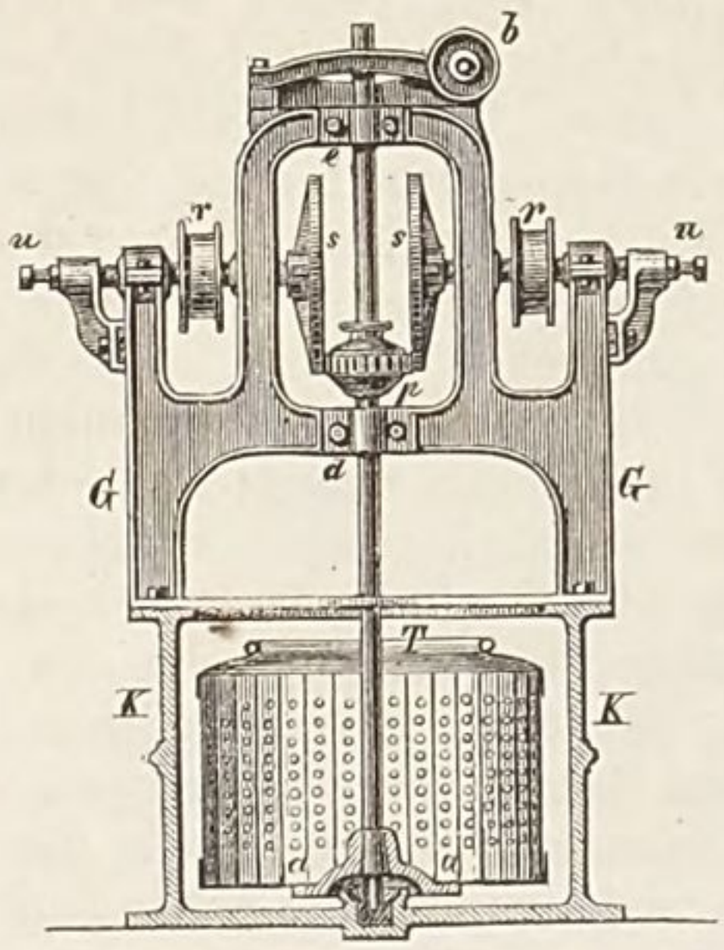


Fig. 513.

Welche Unterschiede die verschiedenen Entwässerungsmethoden darbieten, mag folgende kleine Tabelle zeigen, wonach zurückbleiben nach dem:

	Wringen	Pressen	Schleudern	
im Wollstoff	2,0	1,0	0,60	Th. Wasser,
« Baumwollstoff	1,0	0,6	0,35	« «
« Seidenstoff	0,95	0,5	0,30	« «
« Leinenstoff	0,75	0,4	0,25	« «

2) **Trocknen durch Verdampfung.** Die eben mitgetheilte kleine Tabelle über die Wirkung der einzelnen Entwässerungsmethoden schafft zugleich die Anhaltspunkte für diejenigen Wassermengen in den Geweben, welche durch mechanische Mittel nicht mehr vortheilhaft entfernt werden können

1) Berliner Verh., 1851. S. 145. — Hütte, 1860. Taf. 31 b. — Wiebe, Skizzenbuch, 1865. Hft. 3. Bl. 5, 6; 1875. Beibl. S. 9; 1876. S. 381. — Prakt. Masch.-Constr. — Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing., 1871. S. 737; 1874. S. 530. — Publ. ind., V. 3. S. 23; V. 7. S. 479; V. 10. S. 421, 432; V. 11. S. 99, 421, 428, 432. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1869. S. 363; 1876. S. 352. — Polyt. Centr., 1853. S. 705; 1869. S. 1497; 1871. S. 1419; 1872. S. 609. — Dingler's Journ., Bd. 128. S. 264; Bd. 136. S. 42; Bd. 194. S. 412; Bd. 201. S. 386; Bd. 203. S. 356; Bd. 214. S. 94; Bd. 222. S. 85.

und daher zur Beseitigung der Verdampfung durch Wärme bedürfen. — Bei dem Verdampfen des Wassers aus den Zeugen treten in Folge ähnlicher Ursachen, wie beim Trocknen des Holzes S. 41, Vorgänge auf, welche namentlich in ungleichförmigem Zusammenziehen sich zeigen und dem Fabrikat leicht eine runzelige, faltige, unansehnliche Beschaffenheit geben. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes ist nicht nur ein langsames Verdunsten des Wassers empfehlenswerth, sondern auch ein Gespannthalten des Zeuges während des Trocknens nothwendig, weshalb die Trockenapparate fast stets mit Vorrichtungen zum Spannen (Ramer, *Stretching*) versehen sein müssen.

Bis zu einem bedeutenden und sehr oft genügenden Grade findet das Trocknen schon in gewöhnlicher Luft Statt, so dass man sich in manchen Fällen darauf beschränken kann, die Gewebe in Rahmen eingespannt, dem Luftzuge auszusetzen. — Um hierbei manchen atmosphärischen Einflüssen zu entgehen, richtet man besondere Schuppen oder Trockenhäuser ein, in welchen durch Hängevorrichtungen für richtige Unterbringung der Zeuge gesorgt werden kann (Hängehaus, Hänge, Sécherie, Etendoir, *Drying house*) [1]) und die sich allenfalls durch Oefen oder Dampfröhren heizen lassen. Wegen der sehr geringen Ausnützung der Wärme dürften jedoch diese Vorrichtungen trotz ihrer Einfachheit nur in seltenen Fällen wirthschaftlich erscheinen.

Bei Anwendung künstlicher Wärme bedient man sich vielmehr besonderer, wirksamerer Apparate, die entweder dem Zeug erwärmte Luft zuführen, welche sich, mit Feuchtigkeit gesättigt, möglichst ununterbrochen entfernt und erneuert oder eine Verdunstung des Wassers durch direkte Berührung der Zeuge mit erwärmten Körpern (Röhren) veranlassen, wonach zwei Haupt-Systeme von Trockenmaschinen vorhanden sind.

Jenachdem die Luft direkt durch heisse Gase oder indirekt durch Dampfleitungen erwärmt wird, lassen sich bei dem ersten System noch zwei Klassen unterscheiden.

Bei der ersten Klasse wird die zu erwärmende Luft fast ausschliesslich durch im Feuer liegende oder an, mit Wasserdampf geheizten Röhren vorbeigeführt und mit Hilfe von Ventilatoren oder Exhaustoren dem gerade gestreckten, gespannten und sich bewegenden Gewebe entgegengetrieben. Entweder bewegt sich das Gewebe dabei frei oder es ist in einem grösseren stubenartigen Behälter eingeschlossen, in den es an einer Stelle ein- und aus dem es an einer anderen Stelle heraustritt.

In ersterem Falle besteht die Trockenmaschine in zweckmässiger Anordnung [2]) aus zwei horizontalen, parallel laufenden, starken, eisernen Rahmen von 12 bis 20 m. Länge, welche auf Böcken von 1 m. Höhe so aufruhen, dass sie sich nach der Breite der Zeuge zwischen 0,5 bis 2,5 m. einstellen lassen und zwar vermittelst quer durchgehender Schrauben. Auf diesem Rahmen laufen zwei Ketten ohne Ende, welche an der oberen Kante Stifte besitzen, die in die Zeugkanten einstechen und zugleich neben der Vorbewegung durch eine geringe divergirende Richtung der Ketten das Zeug, wie bei einem mechanischen Spannstab S. 712 in der Breite spannen. — Indem nun zwischen den Tragböcken Wände eingesetzt sind, bildet der ganze Apparat einen langen viereckigen Kasten, dessen Deckel aus dem zu trocknenden Zeug gebildet wird, das je nach der Beschaffenheit mit 1,5 bis 10,0 m. Geschwindigkeit pro Minute sich horizontal fortbewegt. An dem Ende dieses Kastens, an dem das Zeug abgeführt wird, liegt nun

---

1) Polyt. Centr., 1853. S. 414; 1865. S. 1060. 2) Berliner Verh., 1861. S. 196. — Dingler's Journ., Bd. 222. S. 32.

unter dem letzteren ein Rohr mit einer der Zeugbewegung entgegen gerichteten, trichterförmigen Erweiterung, durch welche die erwärmte Luft vermittelst eines starken Flügelgebläses von 1 m. Flügeldurchmesser, unter das Gewebe getrieben wird, so dass letzteres diese Rahmen-Trockenmaschine vollständig getrocknet verlässt.

Die zweite Anordnung ist aus einem System von Walzen gebildet, welches sich in einem geschlossenen Behälter befindet, durch den vermittelst Exhaustoren erwärmte Luft hindurch gesogen wird.[1]) Dieser Behälter hat einen viereckigen Grundriss von etwa 3,5 bis 4 m. Länge und 2 bis 2,25 m. Breite, sowie eine Höhe von 3 bis 3,5 m. Parallel den schmalen Seiten liegen in der Nähe derselben je 8, also im Ganzen 16 horizontale Walzen von 125 mm. Durchmesser. Ueber diese mit Drehung ausgestatteten Walzen läuft das Zeug, welches an der oberen Kante einer schmalen Seite eingeführt wird in horizontalen Lagen 16 mal hin und her, so dass im Ganzen eine Länge von 56 bis 64 m. Zeug frei ausgebreitet ist, und tritt an der unteren Kante der Eintrittsseite mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 1,5 m. pro Minute aus. Indem von zwei auf dem Behälter stehenden Exhaustoren die an der Zeugaustrittsstelle eintretende, auf 20 bis 30° erwärmte Luft durch den ganzen Apparat gesogen wird, macht sie, der Bewegungsrichtung des Zeuges entgegen und durch eingelegte Zungen gezwungen, auch einen Weg von 50 bis 60 m. und zieht mit Wasser gesättigt ab.

Die Trockenmaschinen der zweiten Klasse mit indirekter Erwärmung der Luft durch Dampf sind meistens entweder auch Rahmen-Maschinen, oder Behälter der oben angegebenen Einrichtung und unterscheiden sich davon nur dadurch, dass unter dem Zeug, beziehungsweise in dem Behälter, Dampfröhren liegen, oder dass vor denselben ein Dampfröhrensystem aufgestellt ist, das die Luft vor dem Eintritt in die Maschine passirt.

Die Grundlage des zweiten Systems bilden Dampftrommeln oder mit Dampf geheizte Walzen, um welche das Zeug herumgeleitet wird und die durch Drehung zugleich die Fortrückung des Zeuges bewirken. Die Zahl der Trommeln kann sehr verschieden sein. Die früher übliche Einrichtung einer grossen, 1,2 bis 1,8 m. im Durchmesser haltenden Trommel (Cylindre sécheur, Tambour sécheur, *Drying cylinder*), welche sich mit etwa 20 m. Geschwindigkeit in der Minute drehte, ist jetzt fast ganz durch das System mehrerer Trockenwalzen von geringerem Durchmesser verdrängt, hauptsächlich wegen des bedeutenden Dampfverbrauchs und wegen der zu rasch erfolgenden Verdunstung der ersteren.

Die Zahl, der gewöhnlich aus Kupfer, hergestellten Trockenwalzen variirt zwischen 3 bis 15. Entweder sind sie in zwei horizontalen Reihen übereinander, oder in 2 vertikalen Reihen nebeneinander, oder in einer horizontalen Reihe angeordnet. Ihr Durchmesser beträgt 375 bis 450 mm. und ihre Umdrehzahl 5 bis 6. Der Eintritt des auf 120 bis 125° erwärmten Dampfes erfolgt durch die hohlen Zapfen und zwar oft und zweckmässig in der Weise, dass der frische Dampf in denjenigen Zylinder eintritt, den das Zeug zuletzt passirt und von diesem nach und nach durch sämmtliche Zylinder geht, weil dadurch eine gute Ausnutzung des Dampfes und der Vortheil allmählicher Erwärmung der Zeuge erzielt wird, da sich der Dampf auch hier der Zeugbewegung entgegen bewegt. — Zur Vermeidung der Zeugabkühlung legt man die Walzen möglichst nahe und so zusammen, dass sie sich fast berühren und dass das Zeug dieselben in grossem Bogen (etwa

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1870. S. 125.

270 Grad) umspannt. Das Zeug kann dabei entweder nur mit einer oder abwechselnd mit beiden Oberflächen mit den Walzen in Berührung gebracht werden. Der erste Fall fordert allerdings besondere neben den Trockenwalzen liegende Umkehrführungswalzen, die aber zugleich zum Querspannen des Zeuges dienen (Streckstäbe, Elargisseur) und zu dem Zwecke auf der einen Hälfte ein linkes, auf der anderen ein rechtes scharfgängiges, grobes Schraubengewinde erhalten. Die Spannung des Zeuges in der Längenrichtung erfolgt zum Theil durch die Zusammenziehung in Folge des Trocknens, zum Theil (wie auch das Querspannen) durch besondere Spannungsvorrichtungen[1]) (die denen der Rahmentrockenmaschine ähnlich sind), zum Theil durch eine kleine Geschwindigkeitszunahme der aufeinander folgenden Walzen.

Zur weiteren Erklärung einer Trommel- oder Walzen-Trockenmaschine mag die nebenstehende Skizze, Fig. 514, dienen. Neun Trocken-

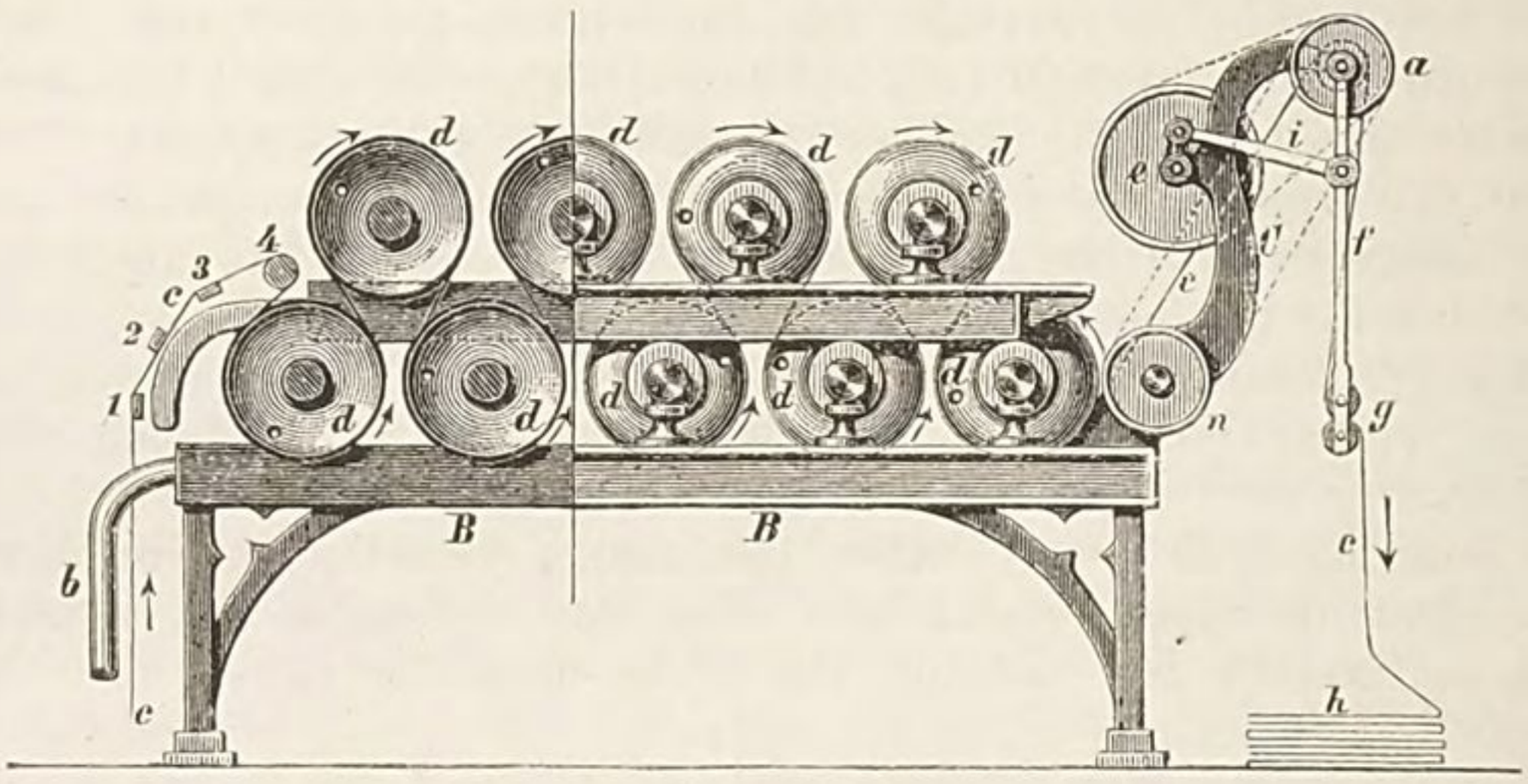


Fig. 514.

walzen d von 480 mm. Durchmesser stehen durch hohle Zapfen mit den als Dampfreservoir und Kondensator dienenden hohlen Gestelltheilen B und daher vermittelst eines Dampfrohres b mit einer Dampfleitung in Verbindung, welche Dampf von 2 bis 2,5 Atmosphären Spannung zuführt. — In zwei Reihen übereinander angeordnet können die Dampfwalzen so nahe zusammengelegt werden, dass etwa $^3/_4$ des ganzen Umfanges von dem zu trocknenden Zeuge umspannt und dadurch ein bedeutender Wirkungsgrad erzielt wird. — Das entweder von einer Walze ablaufende, oder vom Fussboden aufgenommene Zeug passirt, durch die Drehung der Zylinder dazu veranlasst, zunächst die Spannprismen 1, 2, 3, darauf den Ausbreiter 4 und sodann im Zickzack die neun Trockenzylinder, um entweder durch die Walze n wieder aufgewickelt oder durch einen besonderen Legeapparat (Legemaschine) in regelmässigen Falten niedergelegt zu werden (Fachen). Der Legeapparat (Fachapparat, Facher) besteht dem Wesen nach aus zwei Hängeschienen f, die an der Spitze der schwanenhalsartigen Ansätze C drehbar aufgehängt und durch eine Schubstange i von Kurbeln e in Schwingung versetzt werden. Indem dabei das getrocknete Zeug c über eine Führungswalze a dem Walzenpaar g zugeleitet wird, muss es sich je nach der Schwingungsgrösse von f bei h in mehr oder weniger

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 600. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 218; 1871. S. 64; 1872. S. 195; 1875. S. 85. — Publ. ind., V. 14. S. 169; V. 18. S. 112. — Polyt. Centr., 1869. S. 711; 1875. S. 1497. — Dingler's Journ., Bd. 192. S. 97; Bd. 214. S. 204; Bd. 222. S. 32.

breiten Falten einlegen. — Die Zylinder d drehen sich mit 5 bis 6 Touren in der Minute und liefern daher 12,5 bis 15,0 m. Zeug in derselben Zeit getrocknet ab.

II. Arbeiten zur Erzeugung ebener, gleichförmiger und glatter Oberflächen.

Die unansehnliche, rauhe, wenig glänzende Oberfläche der Gewebe ist eine Folge der grossen Ungleichförmigkeit, mit welcher die Härchen oder Faserenden dieselbe überziehen. Die Beseitigung dieses Ansehens kann daher auf zweierlei Weise erfolgen: erstens durch Entfernung der Härchen selbst und zweitens durch Hervorbringung eines Gleichförmigkeit, sowohl in Bezug auf Länge, als in Bezug auf Vertheilung des Flaums, da gleich lange, gleich vertheilte und regelmässig gelegte Faserenden auch einen gleichförmigen Lichtreflex erzeugen. Demnach zerfallen die hierher gehörigen Arbeiten in zwei Kategorien: Beseitigung der Haarenden und regelmässige Anordnung derselben. — Durch diese Arbeiten kann man aber im günstigsten Falle auf den Oberflächen nur den Glanz hervorbringen, der dem Material selbst eigen ist, weshalb in solchen Fällen, in denen ein besonders hoher Glanz gewünscht wird, noch ein Ueberzug und eine Porendichtung hinzukommen muss, aus denselben Gründen, die S. 439 für weiche, poröse Körper aufgeführt sind.

A. Herstellung gleichförmiger Oberflächen.

1) **Sengen.** Zur vollständigen Entfernung des Haarflaums kann man sich zunächst desselben Mittels bedienen, das bereits S. 611 zum Glätten des Garnes angegeben ist und im Abbrennen[1]) (Sengen, Grillage, *Singeing*) besteht. Ausgeführt werden kann die Sengerei in zweierlei Weise, je nachem man glühende Körper oder brennende Gase dazu anwendet. In beiden Methoden ist die erforderliche Manipulation jedoch dieselbe, indem sie die Bewegung des Zeuges über oder durch die abbrennenden Medien mit entsprechender Geschwindigkeit bezweckt. Als glühenden Körper benutzt man ausschliesslich Metallplatten, in der Regel Abschnitte eines Zylinders, woher die Bezeichnung Platten- oder Zylindersengerei und Gas- oder Flammensengerei.

a. Platten-Sengerei (Grillage à la plaque, G. au cylindre). Das ursprüngliche und einfachste Verfahren hierbei bestand darin, dass man einen Metallstab im Feuer bis zum Rothglühen erhitzte, sodann auf ein Gestell legte und das Zeug vermittelst eines einfachen Haspels mit einer Geschwindigkeit von etwa 1 m. pro Sekunde darüber hinwegzog. — Es ist leicht ersichtlich, dass diese Methode (Stabsengerei) einen grossen Verlust von Brennmaterial und eine sehr unregelmässige Arbeit zur Folge haben muss, wegen der schlechten Erwärmung und der allmählichen Abkühlung des Stabes beim Gebrauch. Aus ihr ist aber die Plattensengerei hervorgegangen, die sich wesentlich davon nur dadurch unterscheidet, dass die Platte ununterbrochen in demselben Masse Wärme zugeführt erhält, als sie verbraucht und dass sie an den nicht zur Arbeit bestimmten Stellen gegen direkte Abgabe der Wärme an die Luft geschützt wird. — Zugleich ist dann der einfache Haspel durch einen mit sehr regelmässigem Gange ausgesetzten Mechanismus ersetzt, der durch gleichzeitiges Ab- und Aufwickeln des Gewebes dieses über die Sengplatte wegzieht und dadurch die

1) Polyt. Centr., 1869. S. 497.

Platten-Sengmaschine[1]) entstanden, die neuerdings sogar mit besonderen Betriebsdampfmaschinen ausgestattet ist.

Die Zuführung der Wärme zur Platte erfolgt durch direkte Heizung vermittelst massiven Brennmaterials oder durch, unter der Platte zur Verbrennung gelangende Gase. In beiden Fällen ist die Platte in die horizontale Decke eines einfachen langen, schmalen Ofens, in dem die Verbrennung vor sich geht, so eingelassen, dass sie nur mit einer konvexen Wölbung über den Ofen hinausragt und der letztere sie gegen Ausstrahlung schützt. — Da die Sengplatten in hohem Grade dem Verbrennen ausgesetzt sind, so werden sie zur Vermeidung häufiger Erneuerung am zweckmässigsten aus Kupfer hergestellt; obwohl auch gusseiserne Platten wegen ihrer billigen Anschaffung häufig Verwendung finden und sehr brauchbar werden, wenn sie mit einer Kupferschicht überzogen sind. — Die Länge derselben beträgt je nach der Breite des Gewebes 1 bis 2 m., die Dicke der kupfernen 30 bis 50, die der gusseisernen 40 bis 60 mm., und ihre Breite oder Sehne 200 bis 275 mm.

Zur weiteren Erklärung einer Plattensengmaschine mag die Fig. 515 dienen, welche eine solche Maschine mit direktem Dampfmaschinenbetrieb

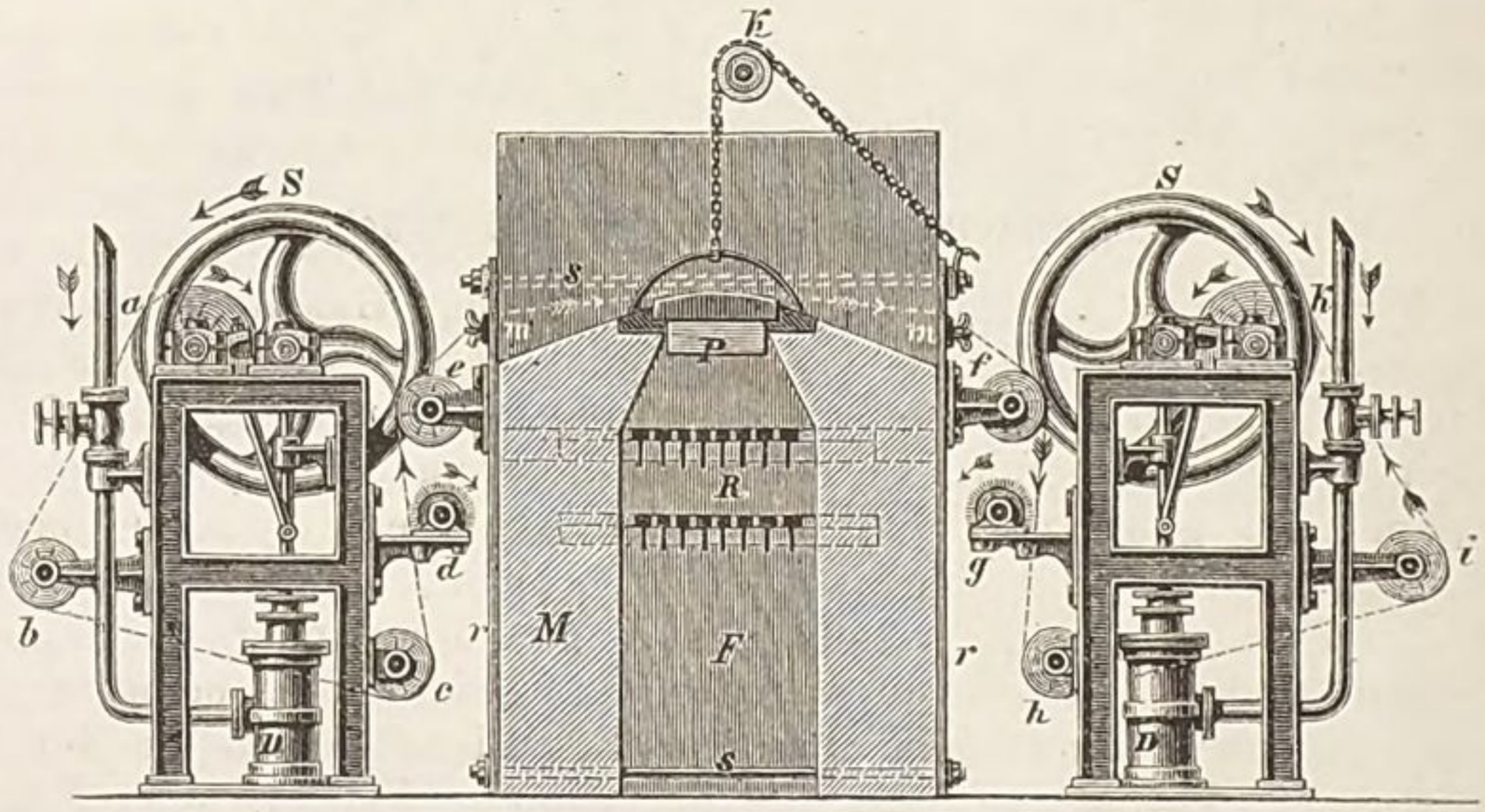


Fig. 515.

neuester Anordnung darstellt. — Die aus einer mit einem Kupfer-Zylinderabschnitt bedeckten Gusseisen-Platte bestehende Sengplatte P ruht auf den Rändern eines 240 mm. weiten Schlitzes eines Ofens, der an der Roststelle R 430 mm. Weite hat. In dem Ofen liegen zum Erhitzen zwei Rostträger, der obere 250 mm. unter der Sengplatte für die Aufnahme eines Steinkohlen- oder Koks-Rostes, der untere 450 mm. tief für Holz oder anderes langflammiges Brennmaterial. Da die Maschine eingerichtet ist, das Zeug einige beliebige Anzahl Male durch Hin- und Herziehen zu sengen, so sind die seitwärts angebrachten Bewegungsvorrichtungen symmetrisch. Das Zeug läuft in einer Richtung von der Walze a über die Führungswalzen b, c, e und eine messerartige Schiene m schräg ansteigend zu der Sengplatte P und von hier über ein zweites Messer m, die Walzen f, h, i zur Wickelwalze k; in anderer Richtung von k über i h f P u. s. w. zur Walze a. Diese Walzen a und k werden je von einer Dampfmaschine D durch Zahnräderübertragung so schnell gedreht, dass das Zeug sich mit einer Geschwindigkeit bewegt, welche von dessen Material und davon abhängt, ob nur

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 601.

die Spitzen oder die ganzen Fasern abgebrannt werden sollen. Die Wirkung kann ausserdem noch durch die Fläche geregelt werden, an der das Zeug die Platte berührt, und da diese Fläche wieder von der Stellung der Messer m m bedingt wird, so sind diese hoch und niedrig zu stellen. — Wenn das Zeug die Sengplatte verlässt, ist es an der unteren Seite so stark mit Funken besäet, dass Gefahr für Weiterbrennen vorhanden ist. Um diese zu beseitigen, dienen ebenfalls die Leitschienen m m, welche deshalb meisselartig abgeschrägt sind. — Ferner ist es sehr gerathen, zugleich auf der Sengmaschine die kleinen Kohlentheilchen zu entfernen und zwar bevor sie sich beim Aufwickeln in das Zeug einpressen. Hierzu dienen die bei d und g angebrachten Walzenbürsten, welche sich der Zeugbewegung entgegengesetzt drehen und, wie die Figur erkennen lässt, vor dem Aufwickeln des Zeuges ihre reinigende Wirkung ausüben. Dieselben Bürsten dienen jedoch, ebenfalls abwechselnd, v o r dem Sengen zum Aufbürsten der Härchen, wodurch der Sengprozess wesentlich gefördert wird. — Um die Sengplatte während des Stillstandes der Maschine und beim Beginn des Heizens gegen Ausstrahlung zu schützen, ist endlich noch eine Blechkuppe vorhanden, welche an Ketten k auf- und niedergelassen wird. — Dass die seitwärts angebrachten, vertikalen durch Maueranker s verbundenen Schienen r zum Zusammenhalten des Ofenmauerwerks M, zugleich zur Befestigung der Messerschienen und zum Tragen der Führungswalzen-Lager dienen, geht ebenfalls ohne Weiteres aus der Zeichnung hervor.

b. F l a m m e n - S e n g e r e i. — Um bei der Plattensengerei die Fasern bis auf den Grund des Gewebes abzubrennen, müsste das letztere entweder sehr langsam oder mit grosser Berührungsfläche über die Platte hinweggezogen und der Gefahr des Verbrennens ausgesetzt werden. Da nun eine Flamme in derselben Zeit tiefer einzudringen und deshalb die Fasern bis auf den Grund abzubrennen vermag, ohne in demselben Grade die Gefahr des Verbrennens herbeizuführen, so ist erklärlich, weshalb in vielen Fällen, namentlich bei geköperten und gerippten Stoffen, Piqué etc., das Sengen mittelst Flammen (Flamber) auf der F l a m m e n - S e n g m a s c h i n e [1]) vorgezogen wird, die sich im Wesen von der Platten-Sengmaschine nur durch den Sengapparat unterscheidet, der zum Ausströmen brennbarer Gase eingerichtet sein muss. — Als brennbare Gase benutzt man: Kohlenoxyd, Wasserstoff, Oelgas, Spiritusdämpfe und Leuchtgas, welches letztere seiner bequemen Erlangung wegen die Regel bildet. — Der Apparat selbst besteht in einem Rohr, welches an Stelle der Platte angebracht ist, mit dem unter entsprechendem Druck stehenden Gase gespeist wird und für die Ausströmung entweder eine gehörige Anzahl kleiner, 0,3 mm. weiter, nahe zusammen in einer Linie stehender Löcher oder einen ebenso weiten Schlitz besitzt. In der Regel liegen, Fig. 516, zwei Röhren r r nahe zusammen und über denselben zwei Walzen w w, welche das Zeug z den Flammen

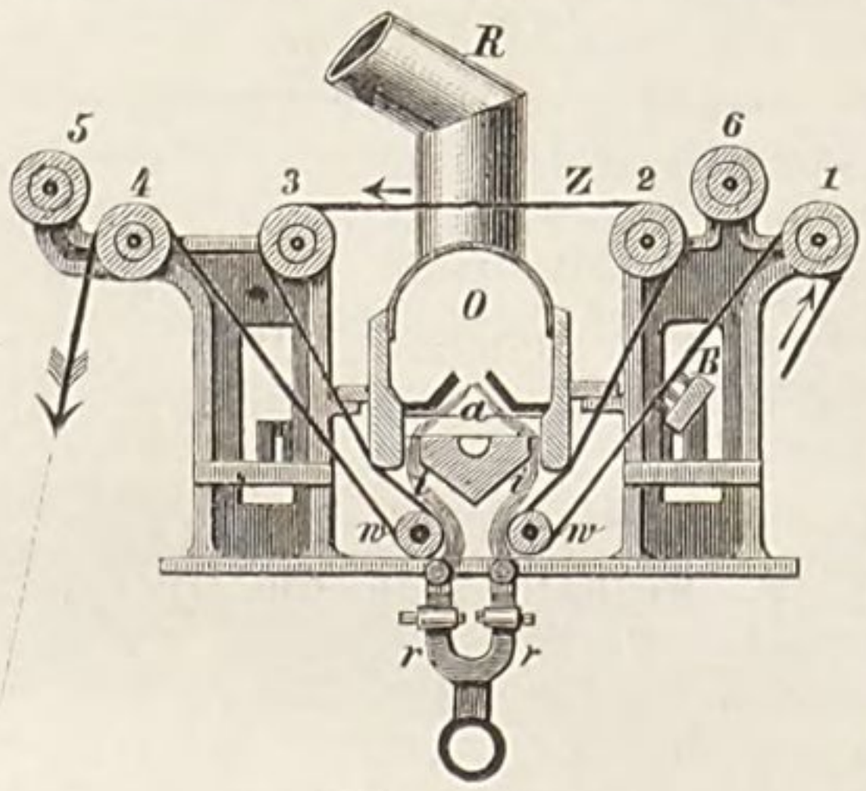


Fig. 516.

1) Tech. Lexikon, Bd. 1. S. 147. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 60. — Prakt. Masch.-Constr., 1871. S. 9. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1869. S. 65. — Publ. ind., V. 14. S. 504; V. 19. S. 130. — Polyt. Centr., 1859. S. 982; 1863. S. 44; 1869. S. 497; 1872. S. 88. — Dingler's Journ., Bd. 168. S. 113; Bd. 191. S. 354, 441.

in der Weise zuführen, dass es zweimal hintereinander gesengt wird. Soll nur einmal gesengt werden, so sperrt man durch einen Hahn das eine Rohr ab. — Wegen des leicht eintretenden Flackerns der Flammen ist es zweckmässig, über den Walzen ein Metallprisma a anzubringen, welches die Flammen nach den Schlitzen i ablenkt, die mit einem Raum O in Verbindung stehen, der durch einen Exhaustor ausgesogen wird, und dadurch zugleich die Abführung der Verbrennungsprodukte bewirkt. — Durch Aufstellung mehrerer, 3 bis 4, dieser Apparate entsteht eine Sengmaschine, welche ein 6 bis 8maliges Sengen auf einer Seite oder beliebig vertheilt auf beiden Seiten mit einem Bewegungsmechanismus gestattet und deshalb besondere Vortheile bietet. — Die Bürste B dient zum Aufstreichen der Härchen vor dem Sengen.

Eine Maschine dieser Art mit 4 Apparaten und 8 Sengröhren soll, je nach den zu sengenden Stoffen stündlich 1800 bis 3000 m. Zeug abzubrennen im Stande sein.

Damit man zugleich mit Hilfe dieser Sengmaschine im Stande ist, das Zeug an beiden Seiten zu sengen, sind noch Fig. 517 bei 5 und 6 sowie unter dem Gestell besondere Walzen nach einem System angebracht, das nebenstehende Skizze erkennen lässt, in der w und w die Sengstellen andeuten.

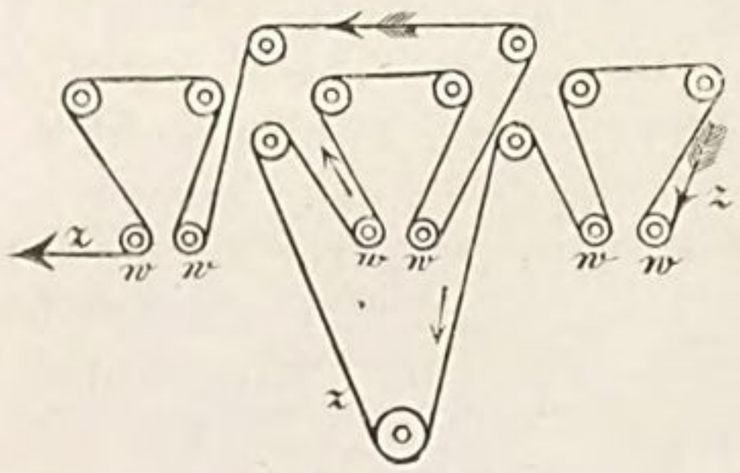


Fig. 517.

2) **Scheren.** Wenn zwar durch das Sengen in Bezug auf vollständige Entfernung der Härchen namentlich bei leichten Stoffen und leicht abbrennendem Material ein gutes Resultat erzielt werden kann, so bietet doch dieser Prozess in dem Falle, wo eine regelmässige Haardecke aus gleich langen Haarstümpfchen erzeugt werden soll, wenig Sicherheit für das vollkommene Gelingen. — Legt man dahingegen auf die Oberfläche eines, auf einer flachen Unterlage ruhenden Gewebes eine dünne Metallschiene und schiebt dieselbe, mit einer Längskante voran, ein wenig vor, so richten sich die Härchen des Gewebes vor dieser Schiene in die Höhe. Wenn sodann eine mit Schneidkante versehene zweite Schiene parallel zur Zeugoberfläche so gegen die erste bewegt wird, dass sie dieselbe fast streift, so werden sämmtliche Haarspitzen, soweit sie über die liegende Schiene emporragen, geschert und die Haarenden in einer Länge zurückbleiben, welche gleich ist der Dicke der liegenden Schiene, so dass man in diesem Verfahren ein sicheres Mittel zur Erfüllung der vorliegenden Aufgabe besitzt und fast ausschliesslich dazu verwendet.

Da die Aehnlichkeit mit der Wirkung eine Schere, S. 219, sofort in die Augen fällt, so ist ohne Weiteres klar, weshalb man die Operation selbst das Scheren (Tondre, Tondage, Tonte, Tonture, *Shearing, Cutting, Cropping*) und die dieselbe ausführende Maschine die Schermaschine [1]) (Machine à tondre, *Shearing machine, Cutting machine*) nennt. Es fordert die Aufgabe ferner, dass das eine Blatt des zur Wirkung kommenden scherenden Werkzeugs auf dem Zeug aufliegen muss, während das zweite Blatt sich bewegt: deswegen heisst das erste auch der Lieger (Kontremesser, Registre, Femelle, Contre-couteau, *Ledger-blade*) und das zweite

1) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. 2. S. 1279. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 603. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 370; 1870. S. 4, 20. — Techn. Encyklop., Bd. 19. S. 225.

der Läufer (Mâle). Die Bewegung des Läufers kann, wie bei den Scheren überhaupt, nach dem Prinzip der Hebelscheren, der Parallelscheren oder der Kreisscheren erfolgen, wenn nur der schnellen Wirkung wegen eine rasche Aufeinanderfolge der Schnitte ermöglicht wird. Da sich hierzu die Hebelschere wenig eignet, so ist der früher viel gebräuchliche mechanische Schertisch, der die Handarbeit nachahmte, welche mit Schafscheren, S. 505, ähnlichen Werkzeugen ausgeführt wurde, ausser Gebrauch gekommen. Desgleichen ist leicht zu erkennen, dass ein kreisförmiger, sich drehender Läufer für den genannten Zweck nur durch verhältnissmässig komplizirte Mechanismen zur Anwendung gebracht werden kann. Dahingegen liegt der Gedanke nahe, den Läufer der Schermaschine in derselben Weise anzuordnen, wie die Messer auf den Walzen der Holzhobelmaschine, S. 292, denn so gut wie eine solche Walze, Fig. 306 C, bei ihrer Umdrehung wegen der schneidigen Messer m im Stande ist, Späne abzunehmen, so gut kann ein in ähnlicher Weise auf einer Walze sitzende Schiene nach dem Prinzip des Scherens, S. 744, gegen einen Lieger zur Wirkung gebracht werden. Ein Läufer jedoch, der auf einer drehenden Walze so angebracht, wie das Messer m auf der erwähnten Hobelmaschinen-Walze, hat im Augenblicke des Schnittes keine Neigung gegen den Lieger, welche einem Scherwinkel, S. 219, entspricht und muss demnach auf der ganzen Schnittlänge auf einmal zum Angriff kommen. Dadurch entsteht ausser dem a. a. O. erwähnten Nachtheil noch der eines mangelhaften Schnittes, indem die zwischen die Scherblätter gerathenen Härchen mehr abgerupft als geschnitten werden. Legt man dahingegen den Läufer in einer Schraubenlinie um einen Zylinder, mit einem Steigungswinkel, welcher dem hier erforderlichen Scherwinkel gleich ist, so wird der Läufer durch Drehung des Zylinders in derselben Weise zum Angriff gelangen, wie das Blatt einer Parallelschere mit Scherwinkel. Indem die Anordnung zugleich durch Anbringung mehrerer Läufer auf einer Walze eine ausserordentlich rasche Schnittfolge gestattet, so ist sie die allgemein gebräuchliche geworden.

Demnach besteht das arbeitende Werkzeug aus einer horizontal liegenden Schiene aus gehärtetem Stahlblech «Lieger, Untermesser» zum Aufrichten und Stützen der Fasern und aus einer mit, in Schraubenlinien aufgezogenen Schneidschienen versehenen Walze (Zylinder) W Fig. 518. Da die Schneidschienen wegen des geringen Widerstandes nicht sehr stark zu sein brauchen, so werden sie in der Regel aus etwa 1 bis 1,5 mm. dicken Stahlblechstreifen von 25 mm. Breite hergestellt (Messer, Schermesser, Federn, Couteaux, Mâles), welche nach Schraubenlinien windschief gebogen, gehärtet, in schmale, vertiefte Gänge eines etwa 50 bis 75 mm. dicken eisernen Zylinders eingeschoben und durch eingetriebene Kupferstreifen oder Anstemmen festgeklemmt (Einstemmfedern) werden. Zum bequemeren Aufziehen werden neuerdings die Feder wohl winkelförmig oder **U** förmig, Fig. 518 2, 3 im Querschnitt gemacht und mit an den Enden angenieteten Schrauben befestigt, welche durch Ringe gehen, die auf dem Zylinder sitzen und durch Muttern angezogen werden. — Der Winkel, unter dem die Schraubenlinie ansteigt, beträgt 25 bis 30°; bei 75 mm. Durchmesser der Walze kommt ein Gang auf 500 mm. Walzenlänge. Die Zahl der Federn wechselt zwischen 2 bis 16, ist aber gewöhnlich 4 bis 8, so dass auch bei einer

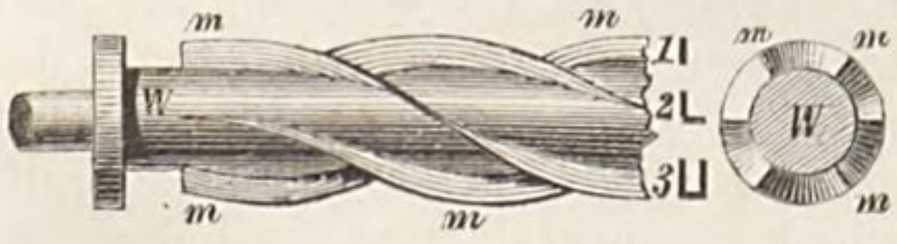


Fig. 518.

Umdrehung 2 bis 16 Schnitte gemacht werden. Die Länge der Walze richtet sich nach der Länge des Schnittes und wird zwischen 1 bis 2. m. genommen.

Wie bei jeder Arbeitsmaschine, so kann auch die Vertheilung der Arbeits- und Schaltbewegung bei der in Rede stehenden, mit Scherzylinder ausgestatteten Zylinder-Schermaschine (Tondeuse héliçoide) verschieden sein in der Weise, dass zwar dem Werkzeug stets die Arbeitsbewegung, die Schaltbewegung, aber entweder dem Werkzeug oder dem Arbeitsstück oder beiden zugleich ertheilt wird. Die Relativbewegung zwischen dem Zeug und dem Scherapparat oder die Schaltung wird in Bezug auf die Richtung entweder den Kettenfäden oder den Schussfäden parallel oder gegen beide geneigt erfolgen können. Im ersten Falle liegt der Scherzylinder über dem Zeuge quer, rechtwinklig zur Kette, so dass auch die Schnitte die Kette rechtwinklig kreuzen. Die so angeordnete Maschine heisst die Lang- oder Longitudinal-Schermaschine[1]) (Tondeuse longitudinale), weil die Schaltbewegung in der Längenrichtung des Zeuges stattfindet.

Wird dahingegen die Maschine so eingerichtet, dass der Scherzylinder über dem Zeuge parallel zur Kette liegt, die Schnitte die Schussfäden rechtwinklig kreuzen und die Schaltbewegung in der Breitenrichtung des Zeuges erfolgt, so wird dieselbe Quer- oder Transversal-Schermaschine[2]) (Tondeuse transversale, *Cross-shearing machine*) genannt.

Zwischen diesen beiden liegt die Diagonal-Schermaschine, bei welcher die Schaltbewegung in der Längen- oder Querrichtung erfolgt, die Lage des Scherzylinders aber eine diagonale ist.

Da bei den Langschermaschinen die Schaltung auf sehr einfache Weise dem Zeuge ertheilt werden kann, indem man es nur von Walzen geführt abzuwickeln, unter dem Liegmesser etc. entlang zu ziehen und niederzulegen oder auf eine zweite Walze aufzuwickeln braucht, so wird hier und aus gleichen Gründen bei der Diagonal-Schermaschine die genannte Schaltung ausschliesslich angewendet.

Die Querschermaschine ist unmöglich so lang zu bauen, dass sie eine ganze Zeuglänge auf einmal überarbeitet. Vielmehr ist auch ihre Schnittlänge nur etwa 1,5 m. Wenn daher die Schaltung dem Zeug ertheilt werden soll, so müsste das letztere in seiner ganzen Masse mit nur einer 1,5 m. langen freien Fläche unter dem Scherzylinder entlang bewegt und dazu ein komplizirter, viel Kraft verbrauchender Mechanismus verwendet werden. Aus diesem Grunde bekommt bei dieser Maschine regelmässig das Werkzeug die Schaltung, indem es auf einem Wagen liegend quer über das Zeug wegfährt. Dass nach dem Scheren des frei liegenden Stückes (Tischbreite, Tisch, Tablée) durch Auf- und Abwickeln des Zeuges ein frisches Stück vorgeschoben werden muss, bedarf nur der Andeutung.

Wegen der ausserordentlichen Geschwindigkeit, mit welcher die Schnitte aufeinander folgen (100 bis 150 in der Sekunde) ist die Wirkung der Art, dass nur die äussersten Spitzen abgeschnitten werden dürfen, wenn die Gefahr des Ausrupfens vermieden werden soll. Daher wird in vielen Fällen das Scheren mehrere Male nacheinander stattfinden müssen, und deshalb die Schermaschine oft mit zwei Scherzylindern ausgestattet, weil dadurch mit Hilfe nur einer Schaltbewegung zwei Schnitte erfolgen können.

---

1) Berliner Verh., 1830. S. 100; 1838. S. 216. — Publ. ind., V. 5. S. 336; V. 10. S. 263. — Polyt. Centr., 1861. S. 1392. 2) Publ. ind., V. 11. S. 371. — Dingler's Journ., Bd. 13. S. 26.

Wie bei den Sengmaschinen, so ist auch bei den Schermaschinen die Anbringung von Bürsten (Walzen), welche die Fasern vor dem Eintritt in den Scherapparat aufrichten (Aufsetzen, Aufsetzbürsten), nützlich und erforderlich; desgleichen dient in der Regel noch eine Walzenbürste zum Abbürsten der kleinen, abgeschnittenen, auf dem Zeug liegen gebliebenen Haartheilchen (Scherflocken, Tontisse, Tonture, *Shearings*) und zum Glattstreichen (Zureichbürste).

Zur weiteren Erläuterung einer Longitudinal-Schermaschine mit zwei Schneidzeugen mag die nachfolgende Fig. 519 dienen. — Das Zeug T, welches auf einem schrägen Boden l aufgetafelt liegt und mit den Enden

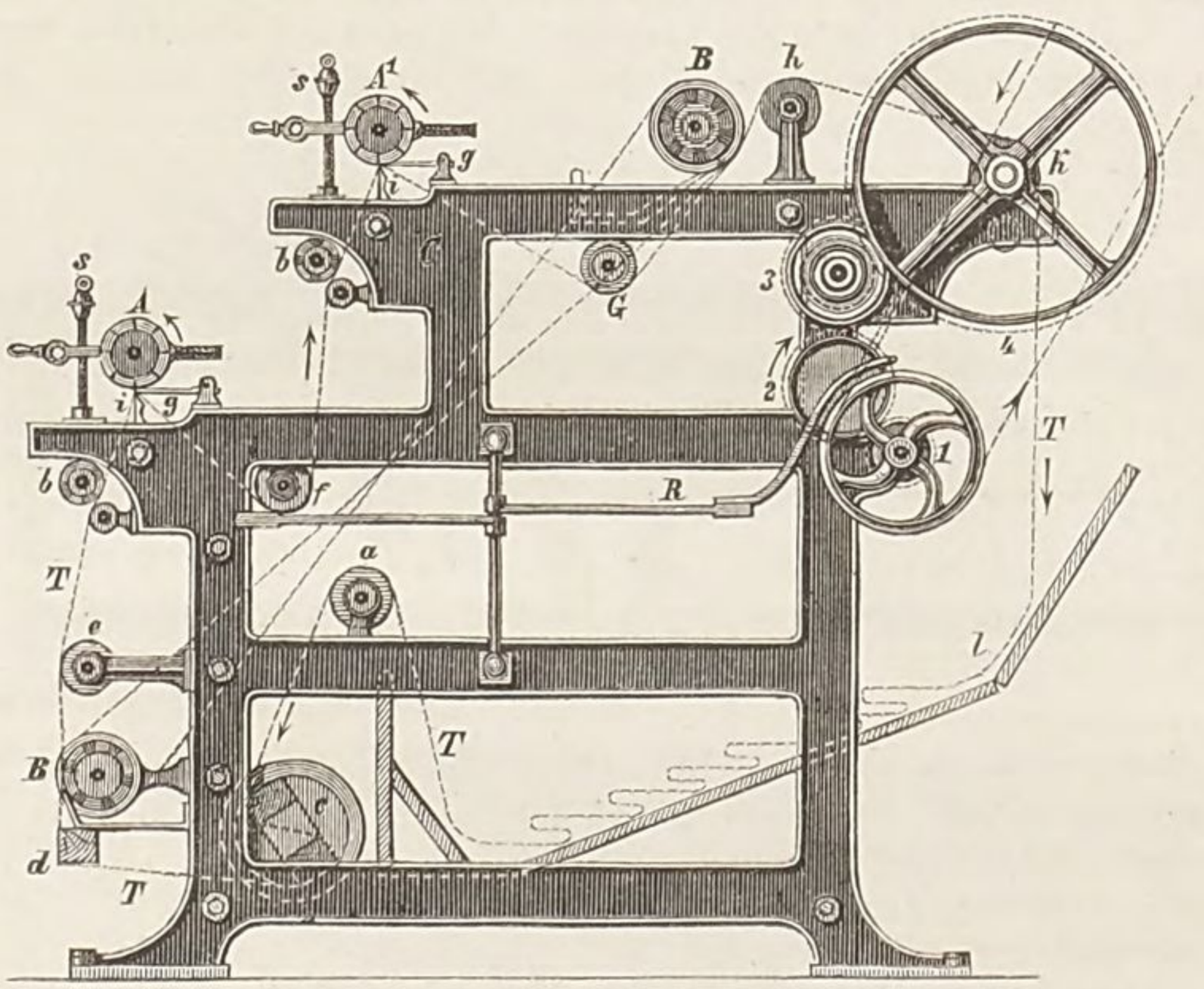


Fig. 519.

zusammen genäht ist, gelangt, angezogen von der Walze k, zuerst über die Leitwalze a und darauf in den Spannapparat c. Dieser besteht aus prismatischen Stäben, zwischen welchen das Zeug in angedeuteter Weise hindurchgezogen wird und die zur Regulirung der Spannung durch Drehung um eine gemeinschaftliche Achse in beliebige Lage gebracht und durch ein Sperrad mit Kegel darin festgehalten werden können. Nachdem es sodann über das Prima d, die Bürste B (zum Bürsten der Rückseite), die Leitwalze e gelangt, von der Aufsetzbürste b bearbeitet ist, tritt es über den Tisch i unter den Lieger g und den Scherzylinder A, welcher mit Hilfe der angedeuteten Stellschrauben auf das Genaueste in der Höhenlage fixirt ist, sich dem Lieger entgegenbewegt und mit 12 Messern ausgestattet ist. Die Weiterbewegung des Zeuges erfolgt unter der zweiten Aufsetzbürste b durch, zum zweiten Schneidzeug A^1, und endlich an G und der Zustreichbürste B vorbei zu der Wickelwalze k, welche dasselbe wieder auf l abtafelt, damit es, nachdem die Zylinder etwas tiefer gestellt sind, den Weg von Neuem und so oft wiederholen kann, bis es genügend geschoren ist.

Jeder Zylinder dieser Maschine macht durchschnittlich 650 Umdrehungen in der Minute, also $12 \cdot 650 = 7800$ Schnitte in der Minute oder 130 in der Sekunde. — Die Schaltung oder Zeugbewegung erfolgt in der

Minute mit 40 bis 70 mm. pro Sekunde, je nach der Beschaffenheit des Stoffes, so dass also auf 1 mm. Länge etwa 2 bis 3 Schnitte kommen. — Der Kraftverbrauch ist dabei auf annähernd 0,8 Pferdestärken anzunehmen.

Die vorstehende Maschine ist so eingerichtet, dass man durch Ausschalten eines Zylinders dieselbe in eine einfache verwandeln kann. — Soll sie ferner das Zeug zugleich aufbäumen, so ist nur über der Zeugwalze k an Stelle der Druckwalze eine Walze anzubringen, welche der gleichbleibenden Geschwindigkeit wegen, wie der Zeugbaum des Webstuhls, S. 679, durch Reibung mitgenommen und der Durchmesserzunahme halber in Schlitzlagern gehoben wird.

Als Typus einer Quer-Schermaschine kann die in Fig. 520 skizzirte gelten. — Das zu scherende Zeug befindet sich auf zwei parallelen Walzen d, welche in dem Maschinengestell liegen und so gedreht werden, dass die

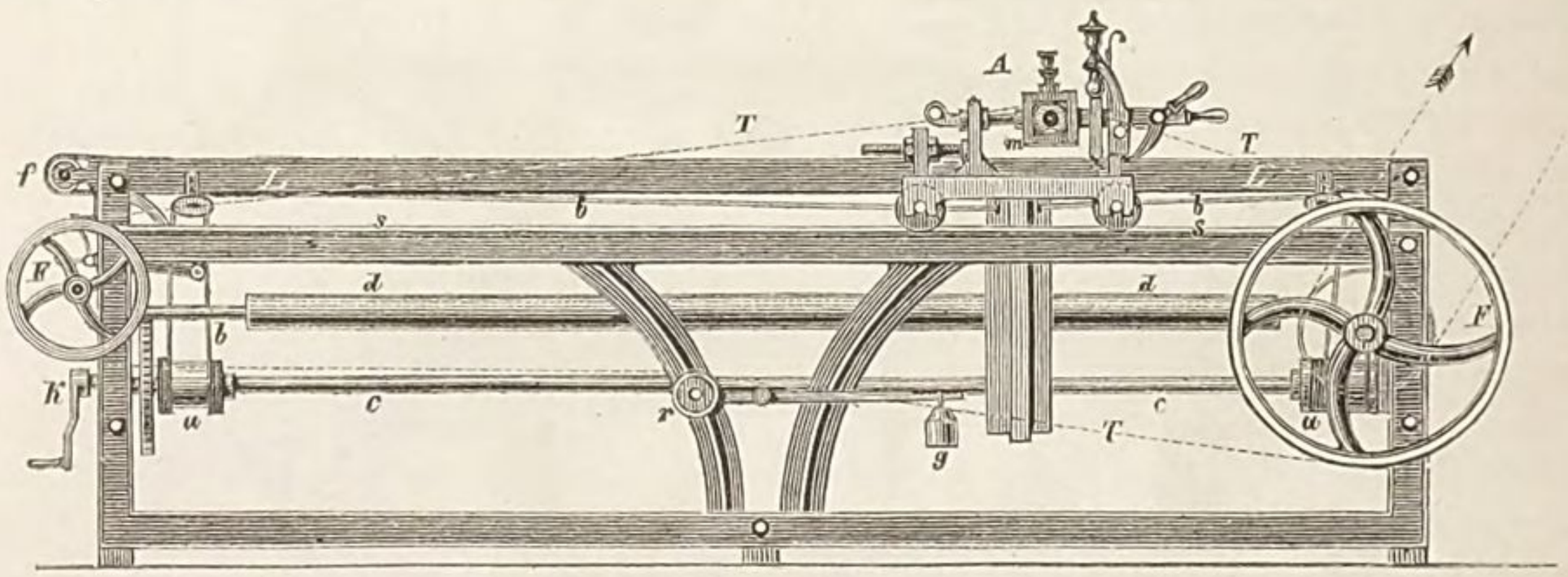


Fig. 520.

eine so viel Zeug hergiebt, als die zweite nach jedem Schnitt zur Herbeiführung eines frischen Stückes aufwickeln muss, welches sich dabei über die beiden oberen Längsbalken L L (Schertisch) wegbewegt, zwischen denen es während der Bearbeitnng ausgespannt liegt. Zum Zwecke des Ausspannens befindet sich zwischen den Längsbalken am rechten Ende ein fester und am linken Ende ein verschiebbarer Querbalken, beide mit einer Art Zange versehen, die so lang ist, als das auszuspannende Stück Zeug, und mit kleinen Stiften in die Leisten des Zeuges einfasst. Durch Anziehen des beweglichen Balkens mit Hilfe zweier bei f sichtbaren Ketten oder Stricke, die auf eine mit Sperrad versehene Walze aufgewickelt werden, entsteht die beliebig zu regulirende Spannung. — Der Scherzylinder befindet sich, wie die Figur erkennen lässt, auf einem Wagen A und erhält die Umdrehung vermittelst der Schnur T von der Schnurscheibe F. Der Wagen selbst bewegt sich zum Zwecke der Schaltung auf Schienen, und zwar durch Schnüre b b hin- und hergezogen, welche sich am Wagen befinden und je nach dessen Bewegungsrichtung von den durch die Welle c verbundenen Trommeln a a sich auf- und abwickeln. Zwischen den zwei auf den Rädern liegenden Wangen des Wagens liegt als Schertisch eine schmale, aber hohe, abgerundete Schiene genau unter der Zylinderachse und unmittelbar vor dem Lieger, welcher etwa 1,15 m. lang, 75 mm. breit und 2 mm. dick an einem zweiten höher angebrachten Querarm so befestigt ist, dass die Lage mit der Fig. 519, S. 747 gezeichneten übereinstimmt. Bei der Vorwärtsbewegung des Wagens erfolgt die Drehung der Schnurtrommeln a a durch eine Schnecke, welche in ein links an a sitzendes Schneckenrad eingreift und von der Schnurrolle F aus gedreht wird, während die Rückwärtsbewegung vermittelst der Handkurbel k stattfindet.

Der Scherzylinder der vorstehenden Maschine bewegt sich mit 1030 bis 1050 Umdrehungen in der Minute und macht demnach (6 Messer angenommen) 105 Schnitte in der Sekunde; indem sich dabei der Wagen in derselben Zeit mit 25 mm. vorschiebt, kommen also etwa 4 Schnitte auf 1 mm. Zeug. Der Arbeitsverbrauch beträgt dann beinahe 0,4 Pferdestärke.

Betrachtet man die Wirkung der Zylinderschermaschine genau, so findet man, dass streng genommen während des Vorüberganges eines Messers die Schaltung unterbrochen werden, d. h. der Lieger unbeweglich sein sollte. Bei langsamer, kontinuirlicher Schaltung und raschem Umlauf des Zylinders entsteht jedoch kein bemerkenswerther Fehler; wenn dahingegen der Scherapparat schnell vorrückt, so bilden sich die treppenartigen Unregelmässigkeiten, welche Schmitze (Ecriteaux) genannt werden, in Folge des ungleichen Abschneidens. Da dieser Fehler weniger auffällt, wenn die Streifen mit der Kettenrichtung zusammenfallen, so werden aus diesem Grunde die Transversal-Schermaschinen den anderen oft vorgezogen. Ausserdem sind sie zum Scheren sehr breiter Stoffe geeigneter, weil für diese der Scherzylinder einer Lang-Schermaschine oft ungebührlich lang sein muss, dann aber leicht durchbiegt, überhaupt schwieriger zu montiren und in Stand zu erhalten und Ursache mancher Fehler wird. Dahin gehören die Kläcke (ungeschorene Stellen, an denen die Haare nur gequetscht sind), die fadenscheinigen Stellen (wo bis auf den Faden weggeschoren ist, während die Absicht war, die Härchen nur auf gleiche Länge zu bringen) und endlich Löcher und Risse. — Ist die Unterlage (Schertisch) nicht richtig eingestellt oder in Unordnung (nicht gerade), so bleiben oft ganze Stellen ungeschoren: Rattenschwänze.

Die oben erwähnte Diagonal-Schermaschine, welche die guten Eigenschaften der beiden anderen Schermaschinenarten haben sollte, ohne deren Nachtheile (?) ist nicht weiter zur Anwendung gelangt und kann hier übergangen werden.

3) **Rauhen.** Die gute Wirkung des Sengens und des Scherens wird offenbar wesentlich bedingt durch die Lage der Härchen und ihre regelmässige Vertheilung, da nur eine möglichst freie Lage ein Erfassen von der Flamme oder durch die Schermesser sichert. Aus diesem Grunde sind bei den Seng- und Schermaschinen die Aufsetzbürsten angebracht, da diese durch das Aufbürsten die freie Lage schaffen. In denjenigen Fällen aber, wo die Härchen tief im Zeuge versteckt sind und durch die Dichtigkeit desselben sehr fest sitzen, ist die Wirkung der Bürste nicht ausreichend, sondern ein kräftiger angreifendes Mittel erforderlich.

Es liegt in der Natur der vorliegenden Arbeit, dass dies Mittel nur aus kleinen zarten Häkchen bestehen kann, die genügend tief zwischen die Fasern einzudringen, diese zu fassen und an die Oberfläche zu ziehen vermögen, welche dadurch ein übermässig rauhes Ansehen bekommt, in Folge dessen die mit solchen Häkchen ausgeübte Arbeit das Rauhen[1]) (Garnir, Garnissage, *Raising, Rowing, Dressing*) und die dazu verwendete Maschine die Rauhmaschine (Garnisseuse, *Gig*, *Raising-gig*, *Gig-Mill*) genannt wird. Die Häkchen dürfen ferner zur Vermeidung des Abreissens sehr fest sitzender Fasern weder mit scharf schneidigen Kanten ausgestattet, noch völlig unnachgiebig, sondern müssen vielmehr so elastisch sein, dass sie bei einem gewissen Widerstande nachgeben. — In vollem Masse finden sich diese Eigenschaften an den Deckblättchen der Fruchtköpfe der sog.

---

1) Polyt. Centr., 1866. S. 1493.

Kardendistel (Dipsacus fullonum), auch Weberkarde und zahme oder echte Kardendistel genannt, gegenüber der unbrauchbaren wilden Karde (Dipsacus sylvestris). Diese Deckblättchen sind im Querschnitt ⋁ förmig, in der Länge spitz auslaufend, an den Spitzen hakenartig umgebogen und in grosser Zahl auf den etwa 50 bis 85, selbst bis 120 mm. langen Disteln (Karden, Rauhkarden, Chardons, *Teasels*) vorhanden, sodass es nur erforderlich ist, eine Anzahl solcher Disteln nebeneinander zu legen und mit den Stielen zu befestigen, um ein zum Rauhen vorzüglich geeignetes Werkzeug zu schaffen. — Zum Handgebrauch wird in der Regel als Befestigungsmittel ein hölzernes Kreuz genommen, von dem zwei nebeneinander liegende Felder je 8, also zusammen 16 Disteln in der Kreuzebene aufnehmen, während das vierte Kreuzholz als Griff dient (Kardenkreuz). Zum Gebrauch streicht der Arbeiter mit den Disteln in einer Richtung (Strich) über das aufgehängte, etwas angefeuchtete Zeug hinweg, wodurch die Fasern auf die Oberfläche herausgezogen werden.

Die geringe Leistungsfähigkeit der Handrauherei ist Veranlassung, dass diese nur noch in seltenen Fällen vorkommt, gewöhnlich aber durch die Rauhmaschine[1]) verdrängt ist, deren Konstruktion auf dem Prinzip der kontinuirlichen Wirkung beruht und deren arbeitenden Theile auch Karden sind. Weil aus Zweckmässigkeitsgründen diesen stets die Arbeitsbewegung und dem Zeuge die Schaltbewegung ertheilt wird, so besteht die gewöhnliche Anordnung einer Rauhmaschine aus einer sich drehenden Trommel (Kardentrommel, Tambour, *Gig-Barrel*) von 750 bis 1000 mm. Durchmesser und je nach der Breite des Zeuges von 1 bis 2 m. Länge, deren Peripherie mit Karden besetzt ist. Die Anbringung der Karden geschieht gewöhnlich in der Art, dass man sie mit ihren Stielen zwischen zwei Eisenstäbe klemmt und diese so auf der Trommeloberfläche durch Schrauben befestigt, dass die Seiten- (Arbeits) flächen der Karden fast tangential liegen. — Das zu rauhende Zeug wird der Trommel langsam dargeboten, indem es, dieselbe tangirend, vermittelst Walzen an derselben vorbeigezogen wird. Während des Rauhens ist vor Allem eine faltige Beschaffenheit des Zeuges zu vermeiden und dieser Anordnung von Spannwalzen, wie sie bei der Trockenmaschine, S. 739, bereits angegeben sind, für eine gehörige Spannung Sorge zu tragen. Wie bei den Schermaschinen, so wird auch hier das Zeug entweder durch Walzen auf- und abgewickelt oder auf- und abgetafelt (gefacht).

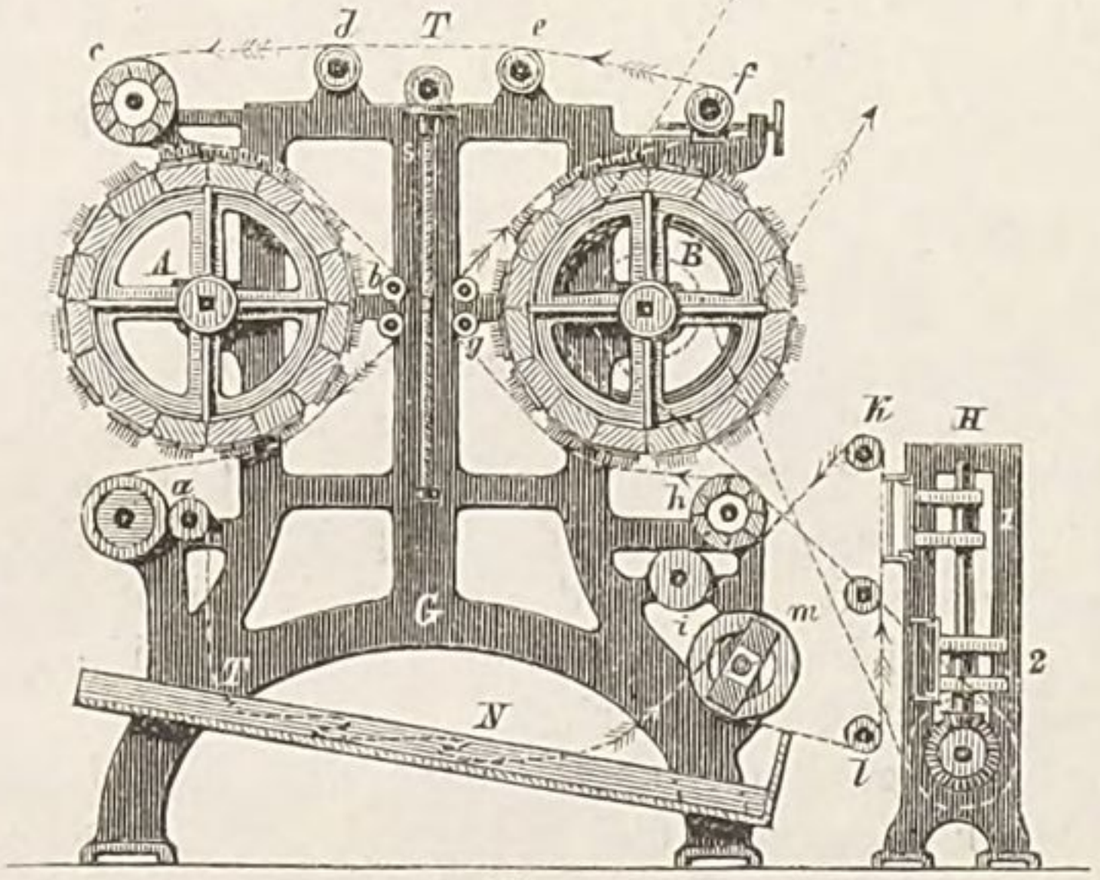


Fig 521.

Zur Beschleunigung der Arbeit baut man die Rauhmaschine neuerdings sehr häufig doppelt, d. h. mit zwei Rauhtrommeln. Eine solche wird durch Fig. 521 in den Haupttheilen vor Augen geführt. Das zu rauhende Zeug T

1) Hütte, 1858. Taf. 26 a b. — Prakt. Masch-Constr., 1876. S. 203, 423. — Publ. ind., V. 10. S. 293. — Polyt. Centr., 1855. S. 443; 1856. S. 907; 1860. S. 300 u. 628; 1861. S. 251; 1862. S. 1130 u. 1380; 1886. S. 880; 1875. S. 609. — Dingler's Journ., Bd. 134. S. 350; Bd. 136. S. 196; Bd. 154. S. 350; Bd. 155. S. 264, 406; Bd. 216. S. 417; Bd. 219 S. 121.

liegt aufgetafelt auf dem Boden N und wird von den Zugwalzen a angezogen, so dass es sich in der Richtung der Pfeile zunächst durch das Spannprisma m über die Walzen l, k und i zu der Ausbreitwalze h bewegt, um nun in der Weise durch die Walzen g geleitet zu werden, dass es die Kardentrommel B an zwei Stellen tangirt. Darauf läuft es über eine mit Schraubenregulirung versehene Spannwalze f, die Führungswalzen e, d zum Ausbreiter c, von hier über die zweite Rauhtrommel A, dieselbe ebenfalls an zwei Stellen berührend, und endlich zu den Zugwalzen a, welche dasselbe wieder abtafeln, damit es den Lauf wiederholen kann, zu welchem Zwecke die Zeugenden ebenfalls zusammengenäht sind. — Da die Stärcke des Angriffs sich nach der Innigkeit und der Grösse der Berührung zwischen Zeug und Karden richtet, so dienen zur Regulirung dieser Berührung zugleich die Leitwalzenpaare b und g, indem durch Entfernung der vertikal übereinander liegenden Walzen das Zeug mehr von den Kardentrommeln abgehoben, im anderen Falle mehr an diese angedrängt wird. Zur Ausführung dieser Regulirung ist die Schraube s angebracht, welche auf der einen Hälfte ein rechtes und auf der anderen ein linkes Gewinde trägt, deren Muttern in Querstücken liegen, welche die zwei oberen oder die zwei unteren Walzen tragen, so dass durch gleichzeitige Drehung der zwei an beiden Seiten der Maschine herunterhängenden Schrauben die Einstellung beider Leitwalzenpaare gleichzeitig stattfindet.

Die rotirenden Kardentrommeln rauhen das Zeug nur nach einer Richtung — in der der Kette — und lassen daher in manchen Fällen Haare liegen. Demnach erscheint es oft geboten, auch noch ein Rauhen in der Querrichtung vorzunehmen. Diese Manipulation wird Postiren genannt und in der Regel durch Postirmaschinen ausgeführt, bei welchen die Disteln entweder auf ebenen rotirenden Scheibenringen oder hin- und hergehender Platten oder auf Riemen ohne Ende[1]) sitzen, an welchen das Zeug gewöhnlich in einer Vertikal-Ebene vorüberstreift. — An der Doppelrauhmaschine, Fig. 521 ist ein solcher Postirapparat H angebracht, in dem sich zwei mit Karden besetzte Platten 1 und 2 befinden, die durch Exzenter hin und her, sowie an und ab bewegt werden und dadurch das zwischen l und k ausgespannte Zeug postiren.

Wenn man nach Hartig den Trommeln A und B dieser Maschine 880 mm. Durchmesser, 1,3 m. Arbeitsbreite, 18 Kardenstäbe und 100 Umdrehungen ertheilt und das Zeug (Tuch) mit 60 mm. Geschwindigkeit pro Sekunde daran entlang führt, so dass beinahe 5 m. Relativgeschwindigkeit zwischen dem Tuch und den Karden vorhanden ist, so soll sie ohne Postirapparat je nach der Stärke des Angriffs 1,4 bis 4 Pferdestärken konsumiren.

Eine Doppelrauhmaschine obiger Art wird zugleich zur Erklärung einer einfachen Rauhmaschine benutzt werden können, indem diese aus der ersteren hervorgeht, wenn man das Zeug direkt von dem, dann etwa vertikal unter s liegenden Spannprisma m zur Walze d und von hier über c, b nach a führt. — Auch die Anordnung, dass das Zeug von einer unter der Kardentrommel liegenden Walze ab und auf eine über derselben angebrachte aufgewickelt und zugleich gespannt wird, ist ihrer Einfachheit wegen sehr gebräuchlich.

Da das Rauhen durchgehends am feuchten Zeuge vorgenommen wird, so erschlaffen die natürlichen Karden bald und stumpfen sich ab. Diesem Uebel hat man zwar durch besondere Konservirungsmethoden[2]) abzuhelfen

---

1) Berliner Verh., 1841. S. 96. — Polyt. Centr., 1861. S. 251. 2) Polyt. Centr., 1863. S. 205.

versucht, allein mit so wenig Erfolg, dass neuerdings die künstlichen, d. h. aus Metall nachgemachten Karden[1]) beginnen in Aufnahme zu kommen.

4) **Bürsten.** Wenn das Zeug mit Hilfe des Sengens oder des Scherens entweder ganz von dem Flaume befreit oder mit einer regelmässigen Haardecke überzogen ist, so muss diese Haardecke nicht nur von den darauf und darin haften gebliebenen Faserenden befreit werden, sondern es ist auch gewöhnlich erforderlich, die Härchen noch so anzuordnen, dass sie gleiche Lage oder Stellung erhalten. Beide Aufgaben löst man am einfachsten durch Behandlung der Zeugoberflächen mit Bürsten oder bürstenähnlichen Werkzeugen (Bürsten, Brosser, *Brushing*), weil die dünnen, elastischen Borsten eine sanft aus- und anstreichende Wirkung ausüben, wenn sie mit entsprechendem Druck über die Haardecke hinweg bewegt werden. — Da der ähnlichen Funktion wegen diese Bewegung am zweckmässigsten so angeordnet wird, wie diejenige der Rauhmaschine, so gewinnt die machinale Anordnung zur Ausführung derselben, die Bürstmaschine[2]) (Machine à brosser, *Brushing machine, Brushing mill*), grosse Aehnlichkeit mit der einfachen Rauhmaschine oder auch mit der Postirmaschine. Die Fig. 522 zeigt die Einrichtung einer Bürstmaschine und lässt als Wesen derselben eine mit 12 Bürsten besetzte Trommel A erkennen, der das Zeug T von dem Spannprisma a so zugeführt wird, dass es der Bewegung der Trommel entgegen laufend, diese längs eines grösseren Bogens, etwa 50 bis 120°, tangirt. Sodann liegen bei b, c, d, e Walzen, die zum Breithalten und zum Wegführen des Zeuges erforderlich sind, welches durch einen Trichter f in den schrägen Kanal g fällt, dessen der Bürstwalze zugekehrte Seite zum Schutz gegen den Staub nothwendig ist. — In manchen Fällen (nämlich dann, wenn die Bürsten die Haardecke nach dem Strich niederlegen sollen) ist ein Anfeuchten des Stoffes durch Wasserdampf üblich, welcher aus feinen Löchern eines Dampfrohres, an dem das Zeug vorbeigeführt, oder einer Trommel, um die es herumgewunden wird, austritt. Solche Dampfbürstmaschinen entstehen, wenn man unter dem Spannprisma a einen solchen Dampfapparat anbringt.

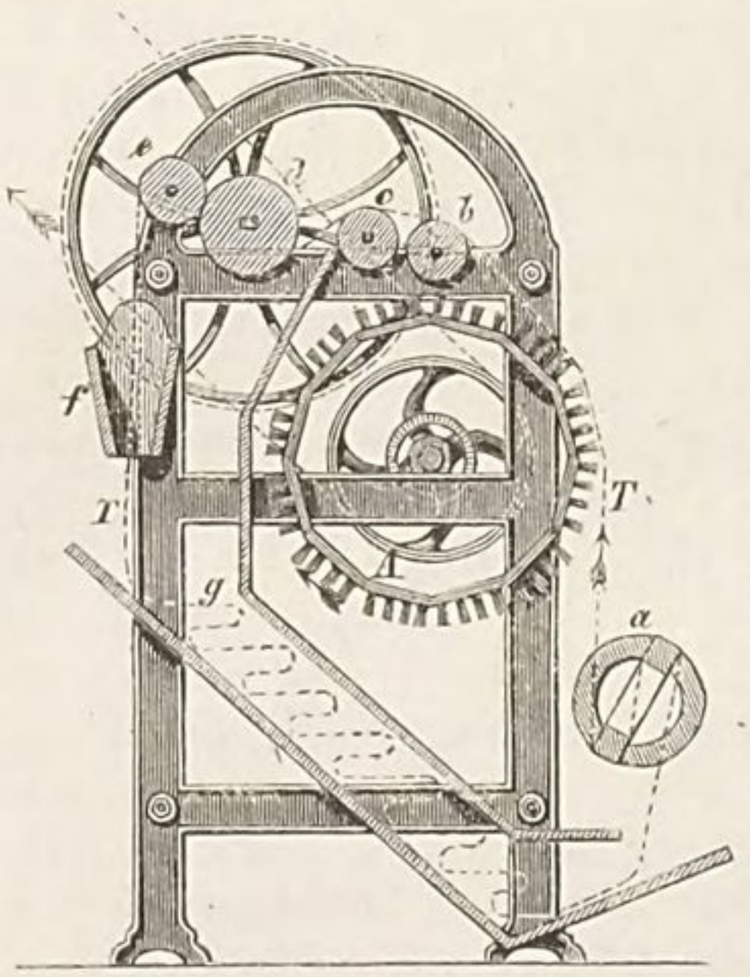


Fig. 522.

Mitunter werden die Bürstmaschinen des grösseren Effekts wegen mit zwei Bürstwalzen ausgestattet, in welchem Falle die Anordnung derjenigen der Doppelrauhmaschine ähnlich wird.

Die Bürstenwalzen bekommen in der Regel einen Durchmesser von 350 bis 500 mm., eine der Zeugbreite angemessene Länge, und 100 bis 250 Umdrehungen pro Minute, also eine Geschwindigkeit von 1,8 bis 4,6 m. pro Sekunde, während das Zeug mit 70 bis 200 mm. pro Sekunde daran entlang fährt.

B. Herstellung glatter und glänzender Oberflächen.

Es ist bereits oben S. 19 hervorgehoben, dass durch Kürzung oder Beseitigung der Flaumdecke höchstens der Glanz entstehen kann, welcher

1) Publ. ind., V. 10. S. 296. — Prakt. Masch.-Constr., 1876. S. 423. — Dingler's Journ., Bd. 219. S. 121. — Polyt. Centr., 1868. 2) Berliner Verh., 1830. S. 190, 263; 1831. S. 284.

dem Material des Gewebes eigenthümlich ist, und dass zur Erzeugung eines hohen Glanzes nach dem S. 439 erörterten Vorgange ein Glattlegen mit Hilfe besonderer Klebstoffe, ein Ausfüllen der Poren mit Füllmitteln und ein darauf folgendes Glätten erforderlich ist. Diejenigen Arbeiten, welche auf die genannte Weise das vollendete Ansehen hervorbringen, heissen wohl Appreturarbeiten im engeren Sinne, und das Resultat derselben die Appretur,[1]) Zurichtung (Apprêt, *Finishing*), obwohl auch die anderen Verschönerungsarbeiten zur Appretur dienen.

In einzelnen Fällen, je nach der Natur der Gewebe und deren Materialien sehr verschieden, zerfallen die Appretur-Arbeiten in zwei Gruppen, in diejenige des Füllens und diejenige des Glättens, da auch dann, wenn die Fasern nur angeklebt werden, in gewissem Grade ein Ausfüllen der Poren unvermeidlich eintritt.

1) **Füllen, Stärken.** Da das Ausfüllen der Poren nur mit pulverförmigen Substanzen möglich ist, diese aber stets ein klebendes Bindemittel zum Festhalten nothwendig machen, so wird auch bei Anwendung eines Füllstoffes mit der Verstopfung der Poren ein Ankleben der Fasern Hand in Hand gehen, weshalb man in der Regel beide Arbeiten zu einer einzigen verschmilzt. — Die zum Ankleben zu verwendenden Materialien müssen aus denselben Gründen, welche beim Schlichten der Kette S. 722 auseinandergesetzt sind, so ausgewählt werden, dass sie flüssig aufgetragen zwar durch Austrocknen erhärten, aber das Gewebe biegsam lassen. Erfahrungsmässig eignet sich dazu am zweckmässigsten eine der Schlichte ähnlichen Masse, deren Grundlage aus Stärkekleister besteht, weshalb die in Rede stehende Arbeit kurzweg Stärken (Amidonnage, *Starching*) genannt wird. — Der Kleister wird, je nachdem derselbe den Zeugen geringe oder eine grössere Steifigkeit ertheilen soll, von 1 bis 7 Theilen Weizen-, oder für ordinäre Waare Kartoffelstärke mit 100 Theilen Wasser in einem Kessel gekocht, der durch Dampf geheizt wird, welcher zwischen einem Doppelboden des Kessels eintritt.[2]) Dieser Stärke werden mancherlei Substanzen zugesetzt, um die Appretur noch steifer zu bekommen. als sie durch die Stärke allein wird (Leim, Gelatine, Gummi arabikum, Traganthgummi u. s. w.), oder um die Geschmeidigkeit und die Glanzfähigkeit zu erhöhen (Harz, Wachs, Stearin, Paraffin, Seife, Glyzerin u. s. w.) — Besonders wichtig sind aber die eigentlichen Füllstoffe, welche in Wasser unlösliche Körper von grosser Feinheit bilden, weiss von Farbe sein und in dem Kleister auf's regelmässigste vertheilt werden müssen. Hauptsächlich eignen sich als solche die weissen Thone: Porzellanerde (Kaolin), China-Clay, Walkererde, Lenzin; ferner Talk, weisse Magnesia und fein geschlämmter Schwerspath; sodann Zinkweiss (Mineralweiss) und der künstlich durch Fällung bereitete schwefelsaure Baryt (Barytweiss, Blanc-Fix, Permanentweiss). Das letzte Material zeichnet sich besonders durch seine blendend weisse Farbe und grosse Deckkraft aus. Diese Körper werden entweder für sich allein oder auch in verschiedenen Verhältnissen gemischt angewendet. — Wenn das Zeug einen gelblichen Schimmer hat oder durch das Stärken bekommen würde, so wird die letztere mit etwas Blau (Ultramarin, Schmalte, Indigo, Anilinblau) gebläut (Passer au bleu, *Blueing*, *Getting up*). So entsteht eine grosse Menge verschiedener Appreturmassen.[3])

---

1) Dingler's Journ., Bd. 208. S. 160; Bd. 209. S. 78. 2) Technisches Lexikon, Bd. 1. S. 177. 3) Polyt. Centr., 1870. S. 281, 1000; 1873. S. 385. — Dingler's Journ., Bd. 194. S. 187; Bd. 195. S. 44, 377; Bd. 199. S. 245; Bd. 214. S. 221 u. 294; Bd. 218. S. 522; Bd. 220. S. 287.

Die Operation, welche das Durchtränken der Stoffe mit Stärke (mit und ohne Füllstoffe) bezweckt, wird ausschliesslich mit Maschinen (Stärkemaschine,[1]) Klotzmaschine, Stärkekalander (Foulard d'apprêt, Métier d'apprêt, *Padding-machine*) ausgeführt, welche der ganz gleichen oder ähnlichen Aufgaben wegen nach denjenigen Grundsätzen eingerichtet sind, die bei den Schlichtmaschinen, S. 724, als massgebend hingestellt[2]) wurden und demnach dem Wesen nach aus einem Trog bestehen, in dem sich die Stärke etc. befindet, mit welcher das Zeug getränkt werden soll, und aus Walzen, welche die Masse in das Zeug einpressen. Je nachdem hierbei das Zeug einseitig oder an beiden Seiten gestärkt werden soll, wird es, wie die Kette in Fig. 470 A, nur durch ein Walzenpaar c geführt, wovon die untere Walze die Stärke aus dem Trog aufnimmt und an die untere Zeugfläche bringt, oder es läuft das Zeug in gleicher Weise, wie die Kette in Fig. 470 B, zuerst um eine in der Stärke liegende Walze. — Die Walzen, welche aus Holz, mitunter aus Messing oder Gusseisen bestehen und wovon die untere mit Kattun umwickelt ist, wenn das Zeug einseitig gestärkt werden soll, werden durch Belastung der oberen so stark aneinander gedrückt, dass nur die erforderliche Menge Appretur in dem Zeug bleibt und der Rest ausgepresst wird. Wegen der grösseren Druckfläche beträgt der Durchmesser der unteren Walze etwa 400 bis 450 mm.

Das zu stärkende Zeug wird gewöhnlich von einer Walze ab- und auf eine zweite Walze aufgewickelt, oft auch abgetafelt oder gefacht mit Hilfe eines Apparates von der durch Fig. 514 S. 740 näher erklärten Konstruktion. In beiden Fällen findet ein nachheriges Trocknen auf eine S. 737 etc. gegebene Weise Statt. Zur Vereinfachung der Prozedur empfiehlt es sich, mit der Stärkemaschine eine Trockenmaschine S. 740 direkt zu verbinden.[3])

2) **Glätten.** Das Stärken des Zeuges kann nur in demselben Sinne eine Vorbereitungsarbeit für das Glanzgeben sein, als die Verstopfung der Poren überhaupt, wie S. 446 bereits erörtert ist, während die Bildung des Glanzes die einer glatten Fläche voraussetzt (S. 439).

Der Natur der vorliegenden Arbeitsstücke entsprechend kann aber der Glanz nach der S. 445 gegebenen Auseinandersetzung nur durch Pressung hervorgebracht werden, weshalb denn auch die Glanz ertheilenden Werkzeuge der Appreturmaschinen[4]) mit hoch glatter Oberfläche ausgestattet sein und unter starkem Druck gegen das Zeug zur Wirkung gebracht werden müssen. — Es kann zu diesem Zwecke die Fläche, in gleicher Weise wie bei der Deformirung der Metalle mit Hilfe der Werkzeuge, mit Aufsetzflächen, zunächst durch Stoss oder Druck, zur Wirkung gebracht werden und bei Anwendung des Druckes in Intervallen (Platten-Pressen) oder kontinuirlich.

Das Glätten der Zeuge durch Pressung wird allgemein Mangen (Mangeln) oder Kalandern (Calander, Cylindrer, *Calendering*) genannt und mit Maschinen ausgeführt, welche davon den Namen Mange (Mangel) oder Kalander (Calandre, Mangle, Calender) erhalten haben. Nach oben genannter Verschiedenheit der Wirkungsweise lassen sich daher sämmtliche Glättmaschinen eintheilen in Pressen, in Kalander mit Stosswirkung (Stosskalander) und Kalander mit Druckwirkung (Druckkalander).

---

1) Technisches Lexikon, Bd. 1. S. 177. 2) Publ. ind., V. 9. S. 56. — Polyt. Centr., 1835. S. 1439; 1869. S. 365. 3) Dingler's Journ., Bd. 203. S. 481. 4) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1874. S. 525. — Zeitschr. der Wollgewerbe, 1869. S. 273; 1870. S. 39. — Prakt. Masch.-Constr., 2873. S. 130; 1874. S. 58 etc.; 1875. S. 140 etc. — Polyt. Centr., 1869. S. 1498, 1503; 1871. S. 442; 1875. S. 1195. — Dingler's Journ., Bd. 191. S. 394; Bd. 194. S. 229; Bd. 199. S. 96, 248.

a. Pressen. Die Pressen, welche nur in einzelnen Fällen zur Anwendung gelangen, sind gewöhnlich hydraulische,[1]) mit sehr grossen eisernen Pressplatten ausgestattet, die höchst zweckmässig neuerdings hohl angefertigt und mit Dampfleitung versehen werden, um sie während der Pressung erhitzen zu können.[2]) — Zur Erzeugung der gehörigen Glätte faltet man die Zeuge zusammen und bringt zwischen jede Lage eine sehr glatte, harte Pappe (Glanzpappe, Pressspan, Carton, *Pressing board*).

b. Kalandern. Das Kalandern kann entweder dadurch erfolgen, dass man das zu glättende Zeug mit ebenen stampfartig oder mit runden walzenartig wirkenden Werkzeugen behandelt, wonach zugleich die Kalander in zwei Klassen zerfallen.

α. Stampfkalander (Stosskalander, Schlagmühle,[3]) *Beating-mill*, *Beetling engine*). — Dieser Apparat hat grosse Aehnlichkeit mit der zum Boken des Flachses S. 483 gebräuchlichen Bokmühle, indem er dem Wesen nach aus etwa 30 vertikal geführten, hölzernen Stampfen von quadratischem Querschnitt (mit 100 mm. Seite) und 1,5 bis 1,7 m. Länge besteht, die unmittelbar nebeneinander liegen und von einer Daumenwelle in bestimmter Reihenfolge 225 bis 250 mm. hoch gehoben werden, um in derselben Reihenfolge mit ihrem Gewicht von etwa 12 kg. auf das darunter gebrachte Zeug zu fallen, welches der einfachen Vorrückung wegen um eine sich langsam (1 mal in 6 Minuten) drehende Holzwelle von 500 mm. Durchmesser gewickelt ist. — Da man der Daumenwelle in der Regel für jede Stampfe 2 Daumen giebt, so werden bei einer Umdrehung derselben $2 . 30 = 60$, also bei üblicher Umdrehzahl von 25 in der Minute, 1500 Stösse ausgeübt. Um dabei die Wirkung möglichst gleichmässig zu vertheilen, sind die Däumlinge so gegeneinander versetzt, dass nie zwei Stampfen gleichzeitig niederfallen.

β. Mange (Mangel, Blockmange, Rolle, Blockkalander, Calandre, *Calender*). — Wenn man über eine, wie bei dem Stosskalander mit Zeug bewickelte Walze eine schwere ebene Platte legt und diese darüber hin- und herrollt, wird man ein Resultat erzielen, das von dem des Stosskalanders abweichen kann, aber zugleich den Vortheil erzielen, der in dem Ersatz des Stosses durch den Druck liegt. — Deshalb ist die auf diesem Prinzip beruhende Mange eine mechanisch vollkommenere Maschine und ein vortheilhafter Ersatz für die eben genannte. In der gewöhnlichen Ausführung besteht die Mange aus 150 bis 200 mm. dicken Holzwalzen, welche mit dem zu glättenden Zeug umwickelt und zur Vermeidung von Zapfenreibung und Vergrösserung der Druckfläche auf eine ebene, horizontale Tafel (gewöhnlich auch aus Holz) gelegt werden. Ueber den Walzen (mindestens 2 mitunter 3) befindet sich sodann eine ebenfalls hölzerne, ebene Platte mit soviel Gewicht aus Steinen, Gusseisen-Barren etc.) beschwert, dass sie etwa 10000 bis 15000 kg. wiegt. Indem diese Platte durch einfache Vorrichtungen, oft noch mit dem nach vorliegender Maschine genannten Mangelrad in hin- und hergehende Bewegung versetzt wird, gerathen die Zeugwalzen in's Rollen und vertheilen den Druck somit über die ganze Walzenoberfläche, weshalb die Grösse der Bewegung mindestens gleich dem halben Umfang der bewickelten Walze sein muss, wonach sich auch die Tisch- und Plattenlänge (6 bis 9 m.) bemisst. — Unter den mancherlei Abänderungen,[4]) welche diese Kalandermange im Laufe der Zeit

1) Dingler's Journ., Bd. 147. S. 253. 2) Prakt. Masch.-Constr., 1873. S. 212. — Dingler's Journ., Bd. 54. S. 334; Bd. 208. S. 104. 3) Techn. Encyklop., Bd. 13. S. 525. — Dingler's Journ., Bd. 62. S. 451. 4) Polyt. Centr., 1858. S. 918. — Dingler's Journ., Bd. 149. S. 26.

erfahren hat, mag hier nur diejenige erwähnt werden, welche eine Beseitigung der Gewichtsbelastung durch hydraulischen Druck bezweckt.[1])

γ. Walzkalander (Kalander, Glander, Walzenmange, Zylindermange, Calandre cylindre, *Calender*). — Die Unvollkommenheit einer Presse, eines Stosskalanders und einer Mange springt sofort in die Augen, wenn man erwägt, dass mit beiden weder eine kontinuirliche Arbeit, noch eine gleichmässige Glätte erzielt werden kann, weil die aufgewickelten Zeuge unter dem Druck sich dehnen, somit ausweichen und eine ungleichmässige Druckvertheilung hervorbringen, die eine mitunter öftere Wiederholung der Operation nöthig macht. Da sämmtliche Nachtheile durch Anwendung von gehörig gegeneinander gepressten Walzen, zwischen welchen das Zeug hindurchgeführt wird, als beseitigt angesehen werden können, so ist auch erklärlich, weshalb diejenigen Glättmaschinen, welchen ein Presswalzensystem zu Grunde liegt und kurzweg Kalander[2]) genannt werden, die gebräuchlichsten geworden sind.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Beschaffenheit der Walzen, welche an der Oberfläche mit grosser Glätte ausgestattet und von einem möglichst unveränderlichen Material hergestellt werden müssen. Da das Holz in seiner natürlichen Beschaffenheit die Gewähr für diese Eigenschaften in genügender Weise nicht in sich trägt, das Metall aber allein angewendet zu hart drückt, so wird neuerdings in überwiegender Anzahl von Fällen neben Metall das Papier oder künstlich fein zertheiltes Holz als Material zu Kalanderwalzen verwendet und diese in folgender Weise daraus hergestellt. Man nimmt runde Scheiben von Papier, dünner Pappe oder noch zweckmässiger von Pergamentpapier, deren Durchmesser etwas grösser, als derjenige der fertigen Walzen (300 bis 500 mm.) ist, versieht sie in der Mitte mit einem quadratischen oder runden Loch, schiebt sie hiermit auf eine schmiedeiserne oder stählerne Welle und presst sie auf dieser Welle zwischen starken Platten mit Hilfe hydraulischer oder Schrauben-Pressen in solcher Anzahl und so lange zusammen, bis sie nicht mehr zurückgehen und also einen homogenen Papierzylinder von entsprechender Länge (1 bis 1,5 m.) und angegebenem Durchmesser bilden, der nun auf der Drehbank abgedreht (der Härte wegen zuletzt mit Diamanten) und polirt wird.[3]) — Zur Anfertigung hölzerner Walzen soll man in England Tannenholz-Hobelspäne dadurch verwenden, dass man sie portionenweise in einen entsprechend (300 bis 500 mm.) weiten, gusseisernen Zylinder bringt, zu etwa 75 mm. dicken Scheiben zusammenpresst und diese Scheiben auf einer starken eisernen Welle ebenfalls durch Pressen zwischen eisernen Scheiben zu einem Zylinder vereinigt, der nun auch geglättet wird.

Die Zahl der Walzen in einem Kalander beträgt mindestens 2, sehr oft mehr: 3 bis 5. Es wechselt dann gewöhnlich eine harte (gusseiserne selten Messing-) Walze mit einer elastischen (Papier-) Walze ab. Da die Walzen in einem vertikalen Gestell über einander angeordnet sind, so ist die Vertheilung in der Reihenfolge entweder so, dass zwischen je zwei Eisenwalzen eine Papierwalze oder umgekehrt zwischen zwei Papierwalzen eine Eisenwalze zu liegen kommt. Die letztere Anordnung verdient wegen der geringeren Abnutzung der Papierwalzen jedenfalls den Vorzug.

In Bezug auf die Belastung der Oberwalzen ist zunächst zu bemerken, dass dieselbe wegen der bedeutenden Grösse am zweckmässigsten durch

---

1) Prakt. Masch.-Constr., 1874. S. 18, 37. 2) Wiebe, Skizzenbuch, 1865. Heft 3. Bl. 3 u. 4. — Berliner Verh., 1839. S. 237, 238; 1869. S. 59. — Prakt. Masch.-Constr. — Publ. ind., V. 21. S. 529. — Polyt. Centr., 1853. S. 409; 1859. S. 191; 1871. S. 442. — Dingler's Journ., Bd. 151. S. 354. 3) Polyt. Centr., 1847. S. 173.

Gewichtshebel, hydraulische Vorrichtungen [1]) oder Schrauben, unzweckmässig durch Federn hervorgebracht wird, weil diese Art der Druckgebung sich weniger sicher reguliren lässt und ausserdem äusserst starke Federn beansprucht. — Man kann, je nach dem Stoff, durchschnittlich auf jeden Zapfen der Kalanderwalze eine zum gehörigen Glätten nothwendige Belastung von 2500 bis 3500 kg., im Ganzen also 5000 bis 7000 kg. annehmen. Das Gewicht wird bei Anwendung eines Hebelgewichts vertheilt auf das Gewicht der Walzen (600 bis 800 kg.), das der sehr starken Hebelstangen und die angehängten Gewichtstücke (75 bis 100 kg.), wonach das Hebelverhältniss zu bestimmen ist.

Das zu glättende Zeug muss vollständig gespannt dem Kalander zugeführt und letzterer demnach noch mit einer Spannvorrichtung und selbstverständlich mit Ableger ausgestattet sein.

Ein Kalander mit 3 Walzen und von einer sehr viel angewendeten Konstruktion wird durch Fig. 523 näher vor Augen geführt. Die untere Papierwalze C liegt drehbar mit Zapfen in festen Lagern des Gestells G, während die obere Papierwalze A sowohl, als auch die mittlere Eisenwalze B etwas verschiebbare Lager erhalten, um den Walzenabstand der Dicke des Zeuges anpassen zu können. Das letztere wickelt sich von der Walze a ab, geht durch das regulirbare Spannprisma b (gleich dem in Fig. 519 bei c dargestellten), von hier über die Spannstäbe c, d und e zu dem mit Links- und Rechts-Schrauben ausgestatteten Streckstab f und sodann zwischen A und B, sowie B und C durch zu dem Abzugswalzenpaar g i, um in den Kasten l (Facher) gelegt zu werden.

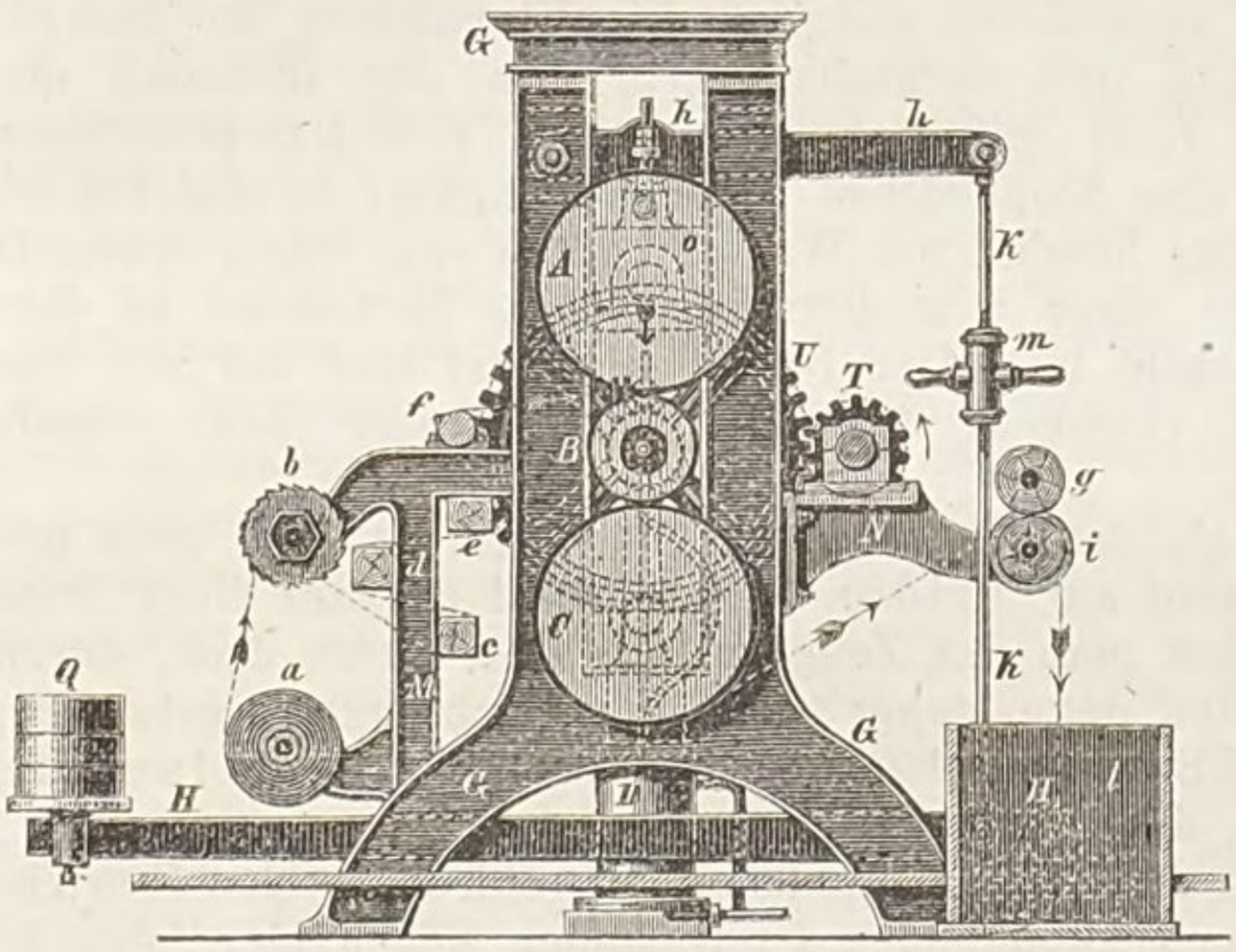


Fig. 523.

Die Bewegung sämmtlicher Theile geht von der Welle aus, welche das Zahnrad T trägt, sich in dem Lager auf dem Gestellstück N dreht und direkt von Riemen angetrieben wird. Von dem Zahnrad T wird das Zahnrad U und damit die eiserne Walze B von 250 mm. Durchmesser mit solcher Geschwindigkeit (20 bis 25 Touren in der Minute) gedreht, dass das Zeug in der Minute mit 16 bis 20 m. durchgezogen wird. Dieselbe Geschwindigkeit erhält die Ablegewalze i durch Transporteur-Räder.

Zur Belastung der Oberwalze befindet sich über jedem Zapfen derselben ein Hebel h h, welcher in einer Aussparung der einen Gestellseite seinen End-Drehpunkt hat, durch einen Schlitz der zweiten Seite hindurch geht und vermittelst der Zugstange k k an den einarmigen Hebel H H angehängt ist, der am Ende die Scheibengewichte Q trägt. Da der obere Hebel h

1) Polyt. Centr., 1859. S. 191. — Dingler's Journ., Bd. 151. S. 354.

das Armverhältniss 1:3, der untere Hebel das von 2:21 hat, so wird durch das Gewicht Q jeder Zapfen mit $Q \cdot \frac{3 \cdot 21}{2} = Q \cdot 31{,}5$ kg. belastet.

In sehr vielen Fällen wirkt zum Zwecke des Glanzgebens die Erwärmung der Zeuge während des Kalanderns so ausserordentlich vortheilhaft auf dasselbe ein (indem die Fasern vorübergehend ihre Spannkraft einbüssen und leichter die gezwungene Lage annehmen), dass die Kalander fast stets mit Erwärmung eingerichtet sind. Allgemein benützt man dazu die Metallwalzen derselben, indem man diese (dann Glanzwalze genannt) entweder durch eingeschobene, glühend gemachte Metallkerne (Glührollen) oder durch Dampf bis auf die gewünschte Temperatur bringt. Benützt man Glührollen, so lässt sich die Erwärmung wohl auf 300° steigern und ein sehr hoher Glanz erzielen. Die mit diesem Erwärmungssystem verbundenen Uebelstände sind jedoch so erheblich, dass man der einfachen Dampfheizung (mit 2 bis 5 Atmosphären Dampfspannung) immer mehr den Vorzug einräumt, umsomehr, als man durch erhöhte Walzenbelastung den Mangel der geringeren Glanzgebung ausgleichen kann. — Die Einrichtung für Dampfheizung geht aus der Fig. 523 ebenfalls hervor. In der Richtung des Pfeiles tritt durch ein Rohr mit Hahn der Dampf vom Dampferzeuger vermittelst eines durch eine Stopfbüchse laufenden Rohres in die Glanzwalze B ein, während das kondensirte Wasser in den sog. Dampfsparer D geleitet wird, in Folge einer Scheidewand, welche horizontal in dem zentrischen Rohr angebracht ist. Der Dampfsparer ist hier der Art mit Schwimmer und Ventil versehen, dass eben nur Wasser und niemals Dampf entweichen kann.

Der vorstehende Kalander glättet das Zeug, wenn es, wie oben angegeben, durchgeführt wird auf beiden Seiten. Soll nur auf einer Seite kalandert werden, so lässt man das Zeug einfach statt durch drei, durch zwei Walzen laufen. Sind dann doppelte Spannvorrichtungen vorhanden, so können zugleich zwei Stück durchgelassen werden (Doppelkalander), eins zwischen A und B, das zweite zwischen B und C.

Ueber die im Laufe der Zeit entstandenen, verschiedenartigen Einrichtungen und mannigfachen Verwendungen der Kalander mögen hier folgende Bemerkungen Platz finden. — Um einen bedeutenden Glanz zu erzeugen, giebt man den Kalanderwalzen abweichende Geschwindigkeiten, so dass (gewöhnlich) die Papierwalze etwas zurückbleibt (Glanz-Kalander, Glättkalander,[1]), *Friction calender*, *Glazing calender*). — Um das durchgehende Zeug mit eingedrückten Mustern zu versehen (Buchbinder-, Futter- etc. Kattune) wird die Metallwalze auf der Oberfläche mit entsprechend eingravirten, guillochirten oder mit Rändelrändern (S. 181) eingedrückten Verzierungen ausgestattet, in welche sich das Zeug eindrückt (Pressen, Gaufriren, Gaufrer, *Embossing*). Die Gegenwalze (Contre-partie) wird hierbei öfters statt aus Papier aus Hartblei oder Leder angefertigt. — Einen eigenthümlichen Lichteffekt kann man erzielen, wenn man die Fäden im Zeuge an verschiedenen Stellen ungleich stark zusammendrückt, entweder, indem man das Zeug vor dem Eintritt in die Walzen in der Schussfaden-Richtung hin- und herzieht, oder indem man es stark gespannt über eine ausgeschweifte Schiene laufen lässt (wodurch sich die Fäden etwas verschieben), oder indem man zwei Zeuge aufeinandergelegt zwischen die Walzen führt, oder indem man die Walzen-Oberfläche mit flammartigen Zeichnungen versieht.[2]) Man nennt diesen Effekt Moirirung (Moiré) und

---

1) Berliner Verh., 1839. S. 238. 2) Publ. ind., V. 2. S. 278.

das Verfahren Moiriren oder Wässern (Moirage, *Watering, Tabbying*). — Da in vielen Fällen beim Kalandern ein Anfeuchten (Bemopsen, Arroser) der Stoffe die Arbeit fördert, so sind hierzu besondere Einspreng- oder Anfeuchtmaschinen (Machine à arroser) in Anwendung gekommen, welche als vertheilendes Organ entweder eine rotirende Bürste, ein Rohr mit feinen Löchern, oder eine Art Injector besitzen.

Zweites Kapitel.

Die Vollendungs- und Nach-Arbeiten.

Unter Vollendungsarbeiten sollen hier diejenigen mechanischen Operationen verstanden werden, welche in Anwendung kommen, um die Stoffe zu bestimmten Zwecken mehr oder weniger in ihrem Wesen zu ändern.

Vor allen Dingen gehören dazu diejenigen Arbeiten, welche die Dichtigkeit der Zeuge erhöhen und zwar nicht durch Füllen der Zeugporen vermittelst eingeklebter, pulverförmiger Substanzen, da diese beim Gebrauch z. B. durch Waschen sofort verschwinden, sondern durch ein solches Ineinander- und Zusammenschieben der Fasern, dass diese selbst die Lücken verstopfen (sich verfilzen, Filzen, S. 503). — Das eigenthümliche, mit dem Namen Sammt belegte Gewebe besitzt unmittelbar nach dem Weben noch nicht die haarige Oberfläche, sondern nur geschlossene Schläuche, welche erst durch Aufschneiden in die, in Linien stehenden Haarbüscheln verwandelt werden. Daher besteht eine zweite hierher zu zählende Arbeit im Sammtschneiden. — Die vollendeten Zeuge werden endlich zum Zwecke des leichten Transportes in bestimmte Formen von gewissen Längen gebracht, welche die letzte Arbeit des Zusammenlegens und Messens ausmacht.

I. Filzen.

Manche Fasern, besonders das thierische Haar, besitzen durch ihre eigenthümliche Oberflächenbeschaffenheit die Eigenschaft, in Folge einer knetenden Einwirkung unter Zuhilfenahme von feuchter Wärme, sich zu einer zusammenhängenden Masse so zu verschlingen, dass man nicht im Stande ist, aus dieser Masse einzelne Haare herauszuziehen, ohne sie abzureissen, eine Eigenschaft, welche die Verfilzungsfähigkeit genannt wird und offenbar im hohen Grade zur Vermehrung der Dichtigkeit geeignet ist. — Namentlich ist sie der Schafwolle eigen, weshalb diese denn auch die Hauptmenge der verfilzten Stoffe liefert, wenngleich auch in geringerem Grade Baumwollgewebe durch Filzen gedichtet werden können.

Da hauptsächlich die rauhe schuppige Oberfläche und die Schnirrfähigkeit der Wolle neben der Kräuselung die Ursache der Verfilzungsfähigkeit sind, so tritt letztere selbst bei den Wollen in sehr verschiedenem Grade auf und giebt nicht nur zu der S. 503 angeführten Klassifizirung Veranlassung, sondern gewährt auch die Möglichkeit, durch bestimmte Auswahl des Rohmaterials Zeuge mit verschieden starker Verfilzung zu erzeugen.

Die mechanische Behandlung der Zeuge, durch welche das Filzen (Feutrage, *Felting*) bewirkt werden soll und das Walken[2]) (Walke,

1) Berliner Verh., 1846. S. 218; 1866. S. 183. — Publ. ind., V. 23. S. 103. — Polyt. Centr., 1847. S. 411; 1857. S. 1419; 1874. S. 1514. — Dingler's Journ., Bd. 103. S. 409; Bd. 164. S. 274. 2) Techn. Encyklop., Bd. 25. S. 340. — Deutsch. Wollengew., 1875. S. 771. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1866. S. 62; 1867. S. 25. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 169.

Foulage, *Fulling*, *Milling*) genannt wird, muss darauf hinausgehen, durch gehöriges Schieben, Drücken, Stossen die Ineinander- und Durcheinanderlegung der Fasern zu veranlassen und zwar mit mehr oder weniger starkem Erfolg je nach der Dauer der Einwirkung, nach der Beschaffenheit des Gewebes, nach den zu Hilfe genommenen Unterstützungsmitteln u. s. w., so dass entweder nur eine Filzdecke (Couverte) oder eine durchgehende Filzbildung entsteht. — Die Unterstützungsmittel für die Erleichterung der Filzbildung beruhen grösstentheils auf der Erscheinung, dass die thierischen Haare durch Feuchtigkeit erweichen, namentlich wenn dieser Alkalien, fauler Urin oder Seifenlösung zugesetzt werden, die ausserdem die Beseitigung etwaiger fettiger Ueberzüge und eine erhöhte Schlüpfrigkeit herbeiführen. Da die letztere besonders günstig auf den Verfilzungsprozess einwirkt und in hohem Grade durch fette Thone erzeugt werden kann, so ist es üblich geworden, beim Walken statt der Seife, die sog. Walkerde oder Walkererde (Terre à foulon, *Fullers earth*), einen sehr fetten Thon, zuzusetzen.

Die bedeutende Kraft, welche das Walken der Zeuge naturgemäss fordert, macht ausschliesslich die Anwendung mechanischer Hilfsmittel (Walkmaschine (Walke, Machine à fouler, *Tulling machine*) nothwendig, welche entweder durch Stoss oder durch Druck zur Wirkung gelangen können und daher in ihren Funktionen eine solche Uebereinstimmung mit denjenigen der Waschmaschinen haben, dass man aus gleichen Gründen (S. 731) die Walkmaschinen eintheilt in Stosswalken und Druckwalken.

A. Stosswalken.

Da der Walkprozess nur in entsprechender Weise eintreten kann, wenn das Zeug nicht nur stossenden, sondern namentlich auch schiebenden Wirkungen ausgesetzt wird, und wenn diese Einwirkungen sich vollständig gleichmässig über das ganze Zeug verbreiten, so ist auch vor allen Dingen dafür Sorge zu tragen, dass fortwährend frische Partien unter das walkende Werkzeug gelangen. — Um diese sämmtlichen Bedingungen zu erfüllen, sind einfache Stampfen oder Bläuel, S. 733, nicht ausreichend, weil durch diese nur ein einseitiges Zusammenpressen erfolgt. Man muss vielmehr den aufstossenden Flächen eine solche Beschaffenheit geben, dass sie im Moment des Aufstossens auch eine Verschiebung hervorbringen. Da diese bei schräg gezackten Arbeitsflächen in hohem Grade stattfindet, so werden die hammerartig wirkenden Walkwerkzeuge an den Stossflächen mit Auszackungen versehen, welche denjenigen der Waschhämmer S. 734 vollständig gleichen. Die mit Hämmern dieser Art ausgestatteten Stosswalken (Hammerwalke,[1]) Walkmühle, Filzmühle, Lochwalke, Stockwalke, Foulon, Moulin à foulon, *Fulling mill*) kommen fast ohne Ausnahme als Stirnhammer konstruirt vor, nur mit dem Unterschiede, dass die etwa 1,5 bis 1,8 m. langen Stiele oder Schwingen in der mittleren Lage unter 25 bis 30° gegen die Vertikallinie geneigt und die Hämmer nach dem Schwingungsbogen von 1,3 bis 1,6 m. Radius gekrümmt sind, andererseits aber in gleicher Weise, wie bei der genannten Waschmaschine in einem Loche (Walkloch) arbeiten, welches zugleich ein Wenden des Zeuges veranlasst. — Da gewöhnlich zwei Hämmer von je 125 bis 150 kg. Fallgewicht und mit 50 bis 60, mitunter 75 Schlägen in der Minute, arbeiten, so sind die Erschütterungen, welche von den Gerüsten

1) Berliner Verh., 1837. S. 281, 286. — Dingler's Journ., Bd. 68. S. 101; Bd. 217. S. 79.

aufgenommen werden müssen, so gross und die Wirkung trotzdem eine so langsame, dass diese Stosswalken wohl nur noch bei den schwersten Stoffen in Anwendung stehen.

B. Druckwalken.

Da es bei dem Einwirken der Walkwerkzeuge nicht darauf ankommen kann, die Verschiebung der Fasern in Folge des Stosses plötzlich vorzunehmen, sondern da dieselbe mit gleichem Erfolg durch Druck langsam zu erreichen ist, nach diesem letzten Prinzip aber die Anlage mechanisch vollkommener wird, so sind neuerdings fast überall die Druckwalken an die Stelle der Stosswalken getreten. — Sie theilen sich, wie die Waschmaschinen, ebenfalls in zwei Klassen, je nachdem der Druck in Zeit-Intervallen mit hammerähnlichen Werkzeugen oder kontinuirlich durch Walzen erfolgt und zwar in Hammerdruckwalken oder Walzenwalken.

1) **Hammerdruckwalken.**[1]) Das wesentliche Unterscheidungsmoment zwischen den Stosswalken und den Hammerdruckwalken liegt darin, dass diese mit Hilfe von Drehkurbeln oder Krummzapfen und Schub- oder Zugstangen in Bewegung gesetzt werden (weshalb sie auch Kurbelwalken heissen). — Die Aufhängung der Klötze kann entweder nach dem Vorbild der Stosswalken stattfinden, — dann liegt an Stelle der Daumenwelle eine Kurbelwelle, deren Kurbel durch Schubstange mit dem Kopf der Schwingen in Verbindung gebracht wird, — oder sie wird pendelartig so angeordnet, wie die nebenstehende Fig. 524 als Skizze einer viel gebrauchten Kurbelwalke zeigt. An jeder der zwei nebeneinander hergehenden Schwingen g hängen zwei Walkklötze m (Doppelkurbelwalke) die in den Walklöchern o und p arbeiten, also quetschen und wenden und durch zwischenliegende um 180° versetzte Krummzapfen h so angetrieben werden, dass sie sich mit 115 bis 150 Schwingungen in der Minute bewegen. Hierzu bedürfen sie eine Betriebskraft im Arbeitsgang von 1,5 bis 2 Pferdestärcken. — Die Klötze haben dabei zusammen eine Breite von 0,28 bis 0,36 m., so dass sich auch die Breite des Walkloches auf 0,29 bis 0,37 m. stellt.

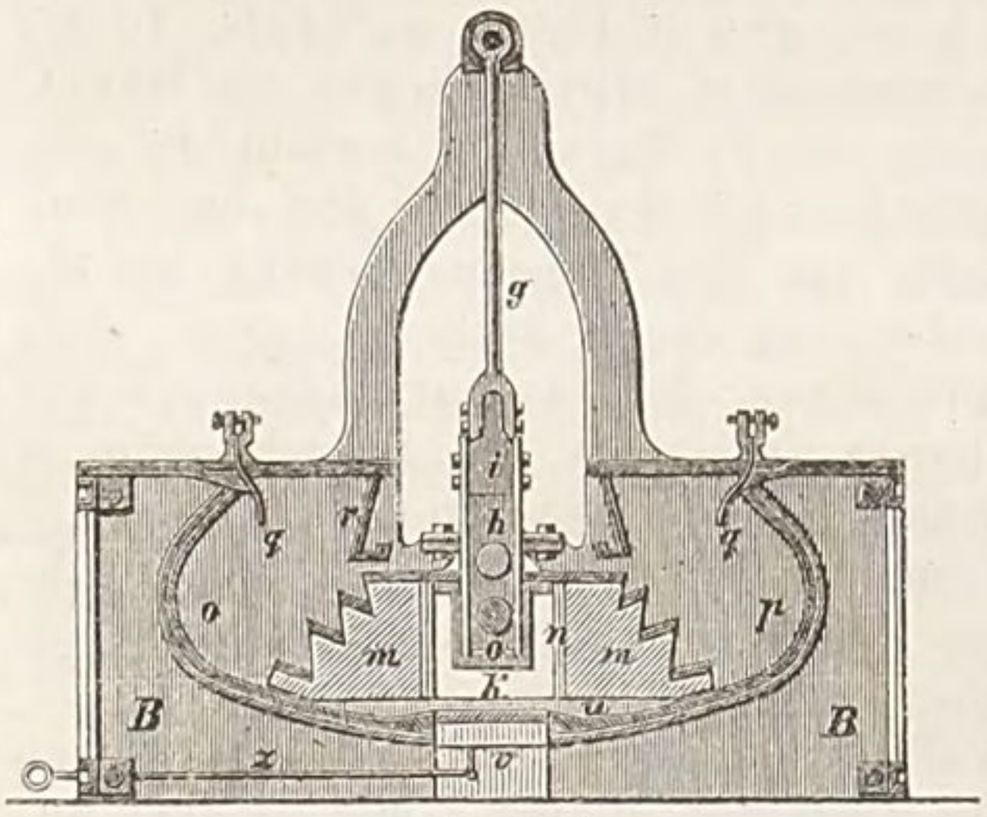


Fig. 524.

2) **Walzenwalken.**[2]) Um die hin- und hergehende, zeitraubende und daher langsam wirkende Bewegung der Hammerwalken in eine rotirende und daher kontinuirliche und schneller wirkende zu verwandeln, sind statt der Hämmer Walzen als filzende Werkzeuge zur Anwendung gekommen und zwar sowohl in Bezug auf die zur Filzbildung erforderliche Beschaffenheit als ihre Art des Antriebes in sehr abweichender Weise.

Wenn man ein Stück Zeug zwischen Walzen durchlaufen lässt, wovon die eine zwei vorstehende Ränder hat, zwischen welche die zweite eingreift,

1) Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 212; 1871. S. 75. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1868. S. 82, 452. — Polyt. Centr., 1862. S. 591; 1863. S. 289; 1868. S. 1567. — Dingler's Journ., Bd. 49. S. 416; Bd. 163. S. 406; Bd. 168. S. 7. 2) Berliner Verh., 1849. S. 159, 162, 165. — Hütte, 1860. Taf. 34 a, b. — Publ. ind., V. 3. S. 49; V. 5. S. 172; V. 20. S. 471. — Polyt. Centr., 1856. S. 1217; 1857. S. 1324; 1858. S. 243; 1859. S. 105; 1864. 1569, 1607; 1866. S. 470. — Dingler's Journ., Bd. 105. S. 252; Bd. 147. S. 258; Bd. 149. S. 331; Bd. 175. S. 186; Bd. 221. S. 118.

so wird das Zeug durch diesen trichterartigen Einlauf seitwärts zusammengedrängt, wenn der Kanal schmäler als das Zeug ist, und sogar, wenn der Kanal genügend schmal ist, sehr stark in der Richtung der Schussfäden gepresst und gestaucht, also einer filzenden Einwirkung unterworfen. Da diese Einwirkung jedoch nur eine einseitige und in der Richtung der Kettenfäden nicht vorhanden ist, so kann auch ein Paar solcher Walzen keine gehörige Verfilzung erzeugen, sondern muss durch besondere Organe unterstützt werden, welche ein Stauchen in der Richtung der Kettenfäden hervorbringen. — Aus diesem Grunde sind bei den Walken mit Walzen (Walzenwalken, Foulon à cylindres, *Roll-fulling-mill*) Quer- und Längsstauchapparate zu unterscheiden. — Die Querstauchapparate bestehen ausschliesslich aus Walzen von obiger Beschaffenheit, die in mehr oder weniger grösserer Anzahl (2 bis 6) Paaren theils um horizontale, theils um vertikale Achsen sich drehend, aber immer mit starkem, nachgebendem Druck gegen einander wirkend angeordnet sind. — Die Längsstauchapparate bezwecken ein Zusammenschieben des Zeuges in der Längenrichtung. Am einfachsten wird dies dadurch veranlasst werden können, dass das Zeug beim Austritt aus dem Querstauchapparat gegen einen Widerstand geschoben wird, vor dem es sich an- und in Falten aufhäuft. In der verschiedenen Anordnung dieses widerstehenden Mittels liegen die Hauptunterschiede der Walzenwalken-Systeme. — 1) Entweder besteht dieselbe in einem engen trichterförmigen Behälter oder Kanal, in den das Zeug eintritt, oder 2) in einem Walzenpaare, das sich langsamer dreht, als die Querstauchwalzen oder 3) in der Verbindung dieser beiden Organe, dem sich mitunter 4) noch ein Apparat anschliesst, der das Zurückdrängen mit Stössen und Schlägen begleitet (Klopftafel). Da die Stauchkanäle in der Regel aus beweglichen, aber durch Gewichte, Federn etc. zusammengepressten Theilen bestehen, damit sie bei einem gewissen Druck nachgeben und sich öffnen, um das davor aufgestaute Zeug durchzulassen, so nennt man sie auch die Faltklappen.

Eine in Fig. 525 gezeichnete Walzenwalke mit mehreren Walkwalzen mag zur weiteren Erklärung des oben Gesagten dienen. Sie besteht aus mehreren aufeinander folgenden, aus Holzscheiben gebildeten, theils mit horizontalen, theils mit vertikalen Achsen gelagerten Walzenpaaren, so dass sie in ihrer Wirkung mit dem Universalwalzwerk, Fig. 221, S. 181, verglichen werden können. Das mit den beiden Enden zusammengenähte Zeug tritt zunächst aus einem mit den Walkmaterialien versehenen Gefäss a unter einer Führungswalze e durch, in eine 180 mm. lange und 60 mm. breite Oeffnung des Brettes f, wo es sich zusammendrängt, um schon gefaltet in das erste horizontale Walzenpaar g^1 zu gelangen. Von diesem Walzenpaar liegt die Unterwalze in festen, die Oberwalze in vertikal beweglichen Lagern, die durch Federdruck nach unten gepresst werden, um die Oberwalze anzudrücken. Zu dem Zwecke geht quer durch die Maschine die Welle g mit zwei Armen s,

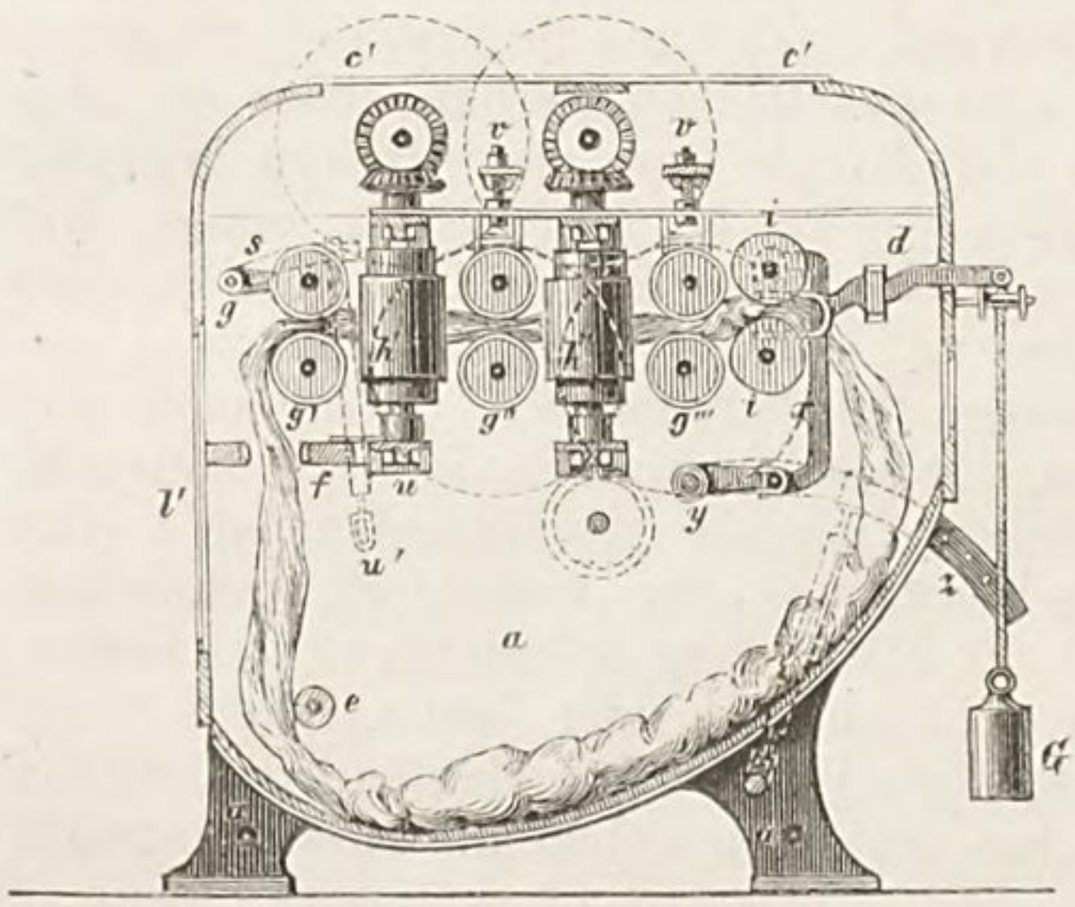


Fig. 525.

die sich auf die Lager legen und einem Arm, der auswärts liegend von der bei u^1 befestigten Feder angezogen wird. — Aus g^1 tritt das Zeug in das Walzenpaar h^1. Die Lager der einen dieser Walze sind horizontal verschiebbar und treten, wie bei u angedeutet, mit Vorsprüngen aus der Wand des Walktroges a heraus, um hier den Druck einer Blattfeder aufzunehmen, der je nach der Anspannung, die man der Feder durch eine Regulirscheibe ertheilt, die Walzen zusammen zu drängen. Sodann folgen der Reihe nach die drei Walzen g″, h″, g‴, wovon die Oberwalzenlager der Paare g″ und g‴ von den über der Maschine liegenden Blattfedern v niedergedrückt werden, während die Druckvorrichtung für h″ mit derjenigen von h^1 übereinstimmt. Aus g‴ gelangt das Zeug endlich in den Stauapparat. Dieser besteht aus zwei horizontalen Walzen i i (Sabotwalzen) mit schmaler Peripherie und zwei daneben liegenden vertikalen Walzen (Backenwalzen). Diese vier Walzen sind einander so nahe gelegt, dass zwischen denselben ein 60 mm. hoher und 100 mm. breiter Kanal entsteht (S. Fig. 221, S. 181), durch den das Zeug sich mit grosser Kraft durchdrängen muss. Der Widerstand in diesem Kanal wird durch die Pressung der vier Walzen gegen das Zeug in Folge bedeutender Federspannung und durch Gewichte hervorgebracht, indem eine (punktirt angedeutete) Feder auf den Hebel z y und dadurch auf den Druckhaken x und die Zapfen der Oberwalzen i und ein Gewicht G vermittelst Schnur, Rolle und eines horizontal drehbaren Hebels d auf die vertikal gestellten Walzen einwirkt. — Um ferner noch die Wirkung in der Längenrichtung zu erhöhen, nehmen die Walzen von g^1 nach i sämmtlich an Geschwindigkeit etwas ab und zwar um eine Grösse, welche von dem Zeug abhängt und durch Wechselräder regulirt wird. — In Betreff der vielfach vorkommenden Abweichungen von dieser bewährten Maschine muss auf die Zitate verwiesen werden.

II. **Das Sammtschneiden.**

Wie S. 675 und 676 ausführlich erörtert ist, entsteht der Sammt entweder durch Verweben einer besonderen Polkette und Einlegen von Sammtnadeln (echter Sammt) oder durch Bildung von Schläuchen, welche platt auf dem Grunde liegen. In beiden Fällen aber entsteht die haarige Oberfläche erst durch Aufschneiden (Schneiden, Sammtschneiden, Reissen, Couper, Ciseler, *Cutting*) der Schläuche, welches mit Messern (Sammtmesser, Sammthaken, Dreget, Rabot, Taillerolle, Rasoir, *Truvet*, *Plough*) ausgeführt wird, die man entweder (beim Manchester) mit der Schneide nach oben in den Schlauch einschieben, oder (beim echten Sammt) über die von den Nadeln n, Fig. 526, gespannt gehaltenen Fäden mit der Schneide nach unten wegziehen kann.

Fig. 526.

Beim Reissen des unechten Sammts vermag man nur von der ersten Methode Gebrauch zu machen und bedient sich dazu eines Messers, welches aus einem 500 mm. langen, quadratischen Stäbchen von 6 mm. Dicke besteht, das mit einem so scharf und spitz auslaufenden, messerartig zugeschliffenem Ende versehen ist, dass dieses leicht in den Schlauch eingeschoben werden kann und mit der nach oben gewendeten Schneide den Schnitt ausführt. Um hierbei das Ablaufen und Abbrechen der zarten, oft nachzuschleifenden Schneide zu verhüten, befindet sich diese noch in einer 115 mm. langen feinen Schneide, aus der sie nur mit der Spitze heraus-

ragt. Zum Halten ist das Messer in ein (300 mm.) hölzernes Heft gesteckt, und zum Gebrauch wird es von einem Arbeiter gefasst und mit einer stossartigen Bewegung durch die Schläuche des Gewebes geführt, welches zu dem Zwecke in einer Länge (1,5 bis 1,75 mm.) gespannt auf einem glatten Tisch (Schneidtisch) liegt. Um hierbei den Lauf des Messers zu sichern, ist der Tisch aus möglichst unveränderlichem Material (Schiefer, Marmor, Eisen etc.) herzustellen und das Heft des Messers mit einem Querholz zu versehen, das auf dem Zeug sanft aufliegt, um eine Drehung der Schneide zu verhindern. — Mit Hilfe dieses einfachen Werkzeuges soll ein geübter Sammtschneider je nach der Feinheit und Breite des Sammtes in der Stunde $^1/_2$ bis 1 m. schneiden können. Die in Vorschlag gebrachten Sammt-Schneidmaschinen[1]) scheinen keinen Erfolg aufzuweisen. — Doch wird oft zur Schaffung einer sicheren Unterlage und zur Verhinderung des Ausreissens einzelner Härchen die Rückseite des Gewebes mit einem steifen Kleister bestrichen (Pappen, *Stiffening*).

Da nach der eben beschriebenen Methode des Reissens die Fasern, welche den Pol bilden, leicht herausgehoben werden, so wird beim Schneiden des echten Sammtes davon nicht Gebrauch gemacht, sondern hierbei vielmehr zweckmässiger ein Messer benutzt, welches über die Fäden hergezogen wird, indem es zugleich in der oberen Nuth der Sammtnadeln eine Führung erhält. Demnach besteht dieses Messer[2]) auch aus einer kurzen Klinge in Verbindung mit einem kleinen 45 bis 50 mm. langen Schlitten, der an den nebenliegenden Nadeln oder in den Nuthen derselben geführt wird. Es macht dies dadurch zugleich erforderlich, das Reissen vorzunehmen ehe die Nadeln ausgezogen sind, also noch auf dem Webstuhl.

III. **Legen, Messen.**

Das Zusammenlegen oder Falten (Plier, Pliage, *Folding*) und das Messen (Auner, Aunage, Métrer, Métrage, *Measuring*), dessen Zweck bereits oben erörtert, erfolgt fast stets in einer Operation und zwar entweder von Arbeitern oder von besonderen Legemaschinen (Machine à plier, M. à auner, M. à mésurer, *Measuring machine*). — Im ersteren Falle bedient sich der Arbeiter einer einfachen Hilfsvorrichtung, welche aus vier in einem Rechteck aufrecht stehenden Stäben gebildet ist, deren Entfernung nach einer Richtung so gross ist, dass das zu faltende Zeug mit der Breite dazwischen geht, während nach der anderen Richtung die Faltenbreite den Abstand bestimmt. Indem nun der Arbeiter in der letzten Richtung die Falten übereinander legt und durch Einschieben von Drähten, die abwechselnd hinter zwei Stäbe zu liegen kommen, genau begrenzt, erhält er zugleich durch Multiplikation der Faltenzahl mit der horizontalen Entfernung zwischen den eingeschobenen Drähten die Länge.

Die vereinigte Falt- und Messmaschine[3]) beruht ausschliesslich auf dem Prinzip der Handarbeit, indem sie als Werkzeug ein hin- und herschwingendes Lineal besitzt, das das Zeug in Falten von abgemessenen, durch die Grösse des Schwingungsbogens bestimmten Breiten auf einen Tisch legt, der eine Vorrichtung zum Festklemmen der Falten an den Biegungsstellen trägt. Ein Zählrad (Rektometer)[4]) zeigt die Zahl der

---

1) Polyt. Centr., 1854. S. 1369. — Dingler's Journ., Bd. 135. S. 34. 2) Techn. Encyklop., Bd. 20. S. 526. 3) Deutsch. Ind.-Zeit., 1869. S. 197. — Rühlmann, Allgem. Maschinenlehre, 2. Aufl. Bd. I. Braunschweig 1877. — Polyt. Centr., 1863. S. 1425; 1864. S. 1284. — Dingler's Journ., Bd. 84. S. 5; Bd. 116. S. 185; Bd. 217. S. 285. — 4) Polyt. Centr., 1853. S. 407.

Linealschwingungen, also indirekt die Länge des gemessenen Zeuges an. — Wenn es sich nur um das Messen der Länge eines Zeuges handelt, ist übrigens eine einfache Messmaschine empfehlenswerther, welche der Hauptsache nach eine drehende Walze von bekanntem Umfange (1 oder 2 m.) mit einer darüber liegenden Druckwalze besitzt. Indem das Zeug zwischen diesem Walzenpaar hindurch geht, giebt der Umfang der grossen Walzen multiplizirt mit der Zahl der, durch ein Zählwerk angegebenen Umdrehungen die Zeuglänge an.

Vierter Abschnitt.

Die Fabrikation einzelner gewebter Stoffe.[1])

Da die Beschaffenheit der Gewebe abhängt

1) von dem Material an sich (Baumwolle, Leinen, Wolle, Seide etc.),
2) von der Dicke (Nummer) der Garne,
3) von der Art der Verschlingung (schlicht, geköpert, gemustert, piqué-, sammt- und gazeartig),
4) von der Nachbehandlung (appretirt, gewalkt, geglättet, gebleicht, gefärbt),
5) von den Farben der Garne (Buntweberei)

und daher, wegen der Möglichkeit einer beliebig grossen Anzahl von Kombinationen dieser fünf Grundbedingungen, die Zahl der verschiedenen Gewebe und somit ihrer Benennungen unbegrenzt erscheint, so kann an dieser Stelle über die Erzeugung einzelner Gewebe in Uebereinstimmung mit der S. 612 ausgesprochenen Absicht ebenfalls nur so viel angeführt werden, als zur Uebersicht der verschiedenen, naturgemäss nach dem Material getrennten Webereizweigen ausreichend ist.

Erstes Kapitel.

Baumwoll-Weberei.[2])

I. Eintheilung und Benennung der hauptsächlichsten baumwollenen Gewebe.

Aus Baumwoll-Garn werden Gewebe aller Art in grösster Mannigfaltigkeit erzeugt und der allgemeinen Uebersicht wegen folgendermassen eingetheilt und benannt.

A. Glatte Stoffe.

Kattun (Toile de coton); Indienne oder Druckkattun (*Printers*) genannt, wenn es lediglich zum Bedrucken bestimmt ist. — Shirting, Futterkattun, Hemdenkattun, Nessel (*Shirting*). — Kambrik, feiner Hemdenkattun, Kammertuch (*Cambric*). — Battist. — Jakonnet (Jaconas, Jaconnas, *Jaconet*). — Perkal, Perkalin mit der Unterart der zum Druck bestimmten Druck-Perkal oder Kaliko;

1) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. 2. — Hausner, Textil- etc. Industrie, Wien 1877. 2) Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. 2. S. 1090.

Katt. — Nanking (Nanquin), ein Kattun aus Nanking-Baumwolle, S. 470, oder in der Faser gefärbt. — Nankinet. — Gingham (englische oder schottische Leinwand, Guingan, *Gingham*, *Bengal stripes*) aus gefärbtem Garn und flammig, gewürfelt etc. dicht gewebt. — Rips (Reps). — Locker gewebt heissen die hierher gehörenden Zeuge: Musselin (Mousseline, *Muslin*); — Organdy (Organdie, Mull, Organdi, *Book*, *Book muslin*). — Baumwoll-Stramin oder Kannevas fälschlich baumwollene Gaze genannt.

B. Geköperte Stoffe.

Köper oder Kroisé (Croisé, *Tweeled*, *Twill*) gewöhnlich vierschäftig und beidrecht. — Baumwoll-Merino dem Wollen-Merino nachgeahmt. — Köper-Gingham ist bunter, gewürfelter Merino. — Drell, Drill. — Satin (Jeanet, Englisch Leder, Peau de taupe, *Moleskin*) ist 5theiliger Atlas. — Köper-Nanking. — Barchent (Futaine, *Fusian*); Bettbarchent; Futterbarchent; Bettdrell; Julet, mit gefärbten Querstreifen; gerauhter, rauher Barchent (Futaine à poil, *Top*). — Köper-Swandown. — Baumwoll-Molton, (*Beaverteen*) ist eine Art geschorener Barchent.

C. Gemusterte Stoffe.

Dimity oder Wallis (*Dimity*) ist ein Stoff mit streifigen Mustern auf Köpergrund. — Baumwollener Damast ist eine Nachahmung des Leinen-Damastes, also mit grösseren Mustern versehen. — Piqué oder Doppelstoff. Kommt gerauht als rauher Piqué oder Piqué-Barchent vor.

D. Sammtartige Stoffe.

Eigentlicher oder mit Nadeln und besonderer Polkette gewebter Sammt wird aus Baumwolle nicht hergestellt, wenn man nicht hierher rechnen will den unter dem Namen Kastorin bekannten baumwollenen Plüsch, dessen Polkette aus gezwirntem Garn geschert ist. — Dahingegen wird sehr viel Manchester (Baumwollsammt, unechter Sammt) aus Baumwolle gewebt und gerissen und ungerissen verwendet.

II. Das Weben.

Das Weben der Baumwoll-Stoffe geschieht der grössten Menge nach auf Kraftstühlen und nur in seltenen Fällen noch auf Handstühlen. Die ersteren haben für die Arbeitsbewegung der Kette entweder ein einfaches gewöhnliches Geschirr aus Schäften mit abhängiger Bewegung, Fig. 482, S. 685, oder (für Köper) sehr oft die in Fig. 483, S. 685 angegebene Tümmler-Anordnung; und für gemusterte Stoffe Schaftmaschinen oder Jacquards. Die sonstige Anordnung des Kraftstuhls ist sehr verschieden (S. 713); jedoch stellt die Tafel II. einen sehr viel gebrauchten Webstuhl für Baumwoll-Stoffe dar.

Für die mechanische Weberei werden die Ketten stets gespult (S. 727), geschert (S. 719), geschlichtet (S. 722), eingezogen und aufgebäumt. Von diesen Arbeiten wird das Einziehen, S. 726, immer, mitunter auch noch das Scheren auf dem Scherrahmen mit der Hand, gewöhnlich jedoch das letztere sowie das Spulen und Schlichten stets auf den Scher-, Spul- und Schlichtmaschinen vorgenommen. — Das Schussgarn bedarf in der Regel keiner Vorbereitung, weil die Kötzer direkt in die Schütze gesteckt werden. Nur gezwirnte Garne sind aufzuspulen auf der Schussspulmaschine, S. 728. Bezüglich der Leistung eines mechanischen Webstuhls

für Shirting und ähnliche Gewebe kann man annehmen, dass derselbe etwa durchschnittlich pro Tag à 12 Arbeitsstunden 20 m. erzeugt, wenn das Gewebe 1 m. Breite hat; für die schweren Zeuge, z. B. Moleskin, sinkt die Leistung oft auf 4 m., während sie für Futterkattun wohl auf 36 m. steigt.

Als Maschinen-Sortiment einer Weberei für Shirting von 1,02 m. Breite mit 60 Kraftstühlen wird angegeben:

eine Kettenspulmaschine mit 80 Spulen,
zwei Schermaschinen,
drei Schlichtmaschinen,

mit einem Arbeitsaufwand von 12 Pferdestärken; und für eine Anlage von 500 Kraftstühlen für Kaliko von 0,91 m. Breite sollen erforderlich sein

drei Spulmaschinen mit zusammen 600 Spulen,
fünf Kettenschermaschinen,
zehn Schlichtmaschinen,

mit einer Produktion von 22 m. täglich. — Schon diese und sonstige Angaben zeigen die ausserordentliche Verschiedenheit in der Zahl der erforderlichen Maschinen einer mechanischen Weberei.

III. Die Appretur.

Fast sämmtliche Produkte der Baumwoll-Weberei werden einer Reihe Appreturen-Arbeiten, wenn selbstverständlich auch in verschiedenem Grade und verschiedener Weise unterworfen. In der Regel handelt es sich nebst dem Waschen, und abgesehen vom Färben, um die Erzeugung einer glatten, glänzenden Oberfläche, oder einer rauhen Beschaffenheit, oder um das Aufschneiden des Sammtes.

Die Reihenfolge der, für das Appretiren in Betracht kommenden Operationen und Prozesse ist ziemlich sicher für jeden einzelnen Fall zu bestimmen, insofern als z. B. allen Arbeiten in der Regel das Sengen vorausgeht und dann je nach dem Appreturzwecke zur Verwendung kommen: Bürsten, Rauhen, Scheren, Waschen, Nasskalandern, Stärken und Füllen, Ausarbeiten, Trocknen, Anfeuchten, Spannen, Kalandern, Gaufriren.

Dem Sengen auf der Sengmaschine, S. 742, werden fast sämmtliche glatte Gewebe (Kattun, Kambrik, Perkal, Kaliko, Organdy etc.) unterworfen, um sie von dem feinen Flaum zu befreien.

Das Rauhen erfolgt bei dem rauhen Barchent und ähnlichen Stoffen, um die Fasern an die Oberfläche zu ziehen, den Stoff haarig zu machen entweder vermittelst einer Rauhmaschine mit Karden, S. 750, oder besonderen Barchentrauhmaschinen[1]), welche statt der Karden Drahthäkchen besitzen.

In vielen Fällen hat man neuerdings statt der Sengerei das Scheren eingeführt, da dasselbe mancherlei Vorzüge hat (es bietet keine Gefahr für das Verbrennen der Zeuge, ist überhaupt nicht feuergefährlich, beschmutzt weniger und kann in jedem Lokale vorgenommen werden). Besonders dient aber das Scheren, um die Haare der gerauhten Stoffe (englisch Leder, Moleskin, Beaverteens, auch geschnittener Sammt) auf gleiche Höhe zu bringen und zwar fast ausschliesslich mit Langschermaschinen, mit 1 oder 2 Schertischen, deren Organe eine solche Geschwindigkeit haben, dass etwa 4,5 bis 5 m. Zeug in der Minute geschoren wird.

---

1) Berliner Verh., 1840. S. 103.

Zur Entfernung der abgesengten oder abgeschorenen Härchen ist ausserdem noch ein Bürsten auf besonderen Bürstenmaschinen, S. 752, oder mit Walzenbürsten, welche mit den Schermaschinen verbunden sind, sehr zu empfehlen.

Die Beseitigung der Schlichte (Entschlichten, Macération, *Steeping*) wird durch das Waschen und Spülen, S. 730, erreicht und zwar je nach der Stärke der Stoffe im Waschrad, in den Walzenwaschmaschinen oder auch in der Hammerwaschmaschine. Mitunter wird noch die Prätschmaschine angewendet.

Nach der Wäsche erfolgt, wenn nicht unmittelbar darauf das Bleichen oder Färben stattfinden soll, das Entwässern und zwar gewöhnlich durch Ausschleudern in der Zentrifuge, wenn nicht schon durch die Walzenwaschmaschine (Auspressmaschine, Machine à exprimer, *Squeezer*) oder den Nasskalander die Entwässerung vorgenommen ist. — Die vollständige Entfernung des Wassers durch Trocknen erfolgt in der Regel auch dann, wenn die Zeuge später in die nasse Appreturmasse gelangen, theils der Aufbewahrung, theils der Klarheit wegen. Entweder und gewöhnlich geschieht es auf der Zylinder-Trockenmaschine, S. 740, mit Einrichtung zum Lang- und Querspannen; oder, und namentlich dann, wenn man das Einlaufen möglichst vermeiden will, oder wenn, bei sehr dicken Stoffen, das Trocknen auf den Zylindern nicht rathsam ist, oder wenn das Zeug nicht steif werden soll, auf Trockenrahmen. — Diese letzte Art des Trocknens findet auch oft mit bereits gestärkten Stoffen Statt, wenn dieselben besonders weich ausfallen sollen, und zwar auf Rahmen, welche den bekannten Parallel-Linealen oder den Storchschnabeln ähnlich als bewegliches Parallelogramm konstruirt sind, um durch beständige Bewegung die Fäden der Gewebe so aneinander herzureiben, dass sie nicht zusammenkleben (Organtis- oder elastische Appretur).

Die eigentliche Appretur wird den Baumwollstoffen erst durch Stärken, Füllen und Glätten gegeben. — Zu dem Zwecke passiren sie, nachdem sie gewöhnlich zum besseren Aufsaugen der Appreturmasse auf der Anfeuchtmaschine oder durch Bemopsen wieder etwas angefeuchtet sind, die Stärkemaschine (S. 754) entweder so, dass sie nur einseitig oder zweiseitig gestärkt werden. (Im ersten Falle gehen sie gewöhnlich vorher durch den Nasskalander, der die Fäden so zusammen presst, dass die Stärke nicht leicht durchdringt.)

Nach dem Stärken sind sie (getrocknet s. oben) für das Glätten und Glanzgeben vorbereitet, welches nunmehr fast ausschliesslich auf Walzkalandern mit Papierwalzen (S. 756) vorgenommen wird. Handelt es sich dabei nur um das Glätten, so ist der in Fig. 523, S. 757 dargestellte Kalander mit 2 oder gewöhnlicher mit 3 Walzen und 300 bis 750 mm. Peripherie-Geschwindigkeit in Gebrauch. — Zur Erzeugung eines hohen Glanzes ist jedoch neben bedeutendem Druck Wärme, also ein Kalander mit Heizwalze und Reibung (Friktionskalander, Glanzkalander) unentbehrlich. Ist dabei das Zeug eingesprengt, so wird es durch die Heizwalze ausserdem hart (Glazé-Appretur an Futterkattunen etc.), namentlich wenn die Appreturmasse gebildet wird aus: 1,25 kg. Weizenstärke, 5 kg. Kartoffelstärke, 1,5 bis 2 kg. gebleichtem Leim, 5 kg. weissem Thon, 5 kg. China-Clay, 5 kg. Mineralweis, 1 kg. Stearin, 1 kg. Wachs zusammen gekocht mit 125 l. Wasser und in die Lösung eingerührt 1 kg. Kolophonium mit 4 bis 5 kg. Kaliwasserglas.

Die Moiré-Appretur wird nach der S. 758 angegebenen Methode in der Regel auf Moiré-Kalandern oder Mangen mit Holzwalzen hergestellt. —

Endlich erzeugt man oft auf der Oberfläche der Kattune durch Pressen oder Gaufriren zwischen den Gaufrirwalzen Zeichnungen mancherlei Art (Futterkattun, Buchbinderkattun, Caliko, Sarsenet). Zur Hervorbringung des Glanzes und der Steifheit an manchen Buchbinderkattunen erhalten letztere vor dem Gaufriren einen Anstrich von Leimwasser und eine Glättung im Kalander.

Zur Zubereitung der Baumwollsammte gehört zunächst das Schneiden nach der S. 763 entwickelten Methode. Vor dem Schneiden werden sie oft auf der Rückseite, also einseitig gestärkt und nach dem Schneiden zum Aufrichten der Haare gebürstet. — Findet kein Stärken der Sammte Statt, so wird die Geraderichtung der Haare wohl durch einen Dampfstrom bewerkstelligt, der aus einem gelöcherten Rohre ausströmt, über welches der Sammt hinweg gezogen wird, letzteren gewaltsam durchdringt, die Haare mitreisst und so aufrichtet.

Nach der Appretur erhalten die meisten baumwollenen Zeuge durch Abmessen mit der Hand oder mittelst der Messmaschine eine bestimmte Länge und durch Zusammenfalten, bei breiten Stoffen nachdem sie vorher in der Duplirmaschine auch der Länge nach in der Mitte einmal zusammen gelegt sind, eine für den Versand passende Form (Stück). Die Stücke legt man sodann oft noch mit Pressspänen, S. 755, oder erwärmten Kupferplatten in die Presse, um sie durch längeres, mehrere Tage dauerndes Verweilen unter starkem Druck mit der letzten Ausstattung zu versehen.

Zweites Kapitel.

Leinen-Weberei.

I. Eintheilung und Benennung der hauptsächlichsten Leinen-Gewebe.

A. Glatte Gewebe.

Die hierher gehörenden Gewebe werden zum grössten Theil aus Flachsgarn, dann aber auch aus Hede- und Hanfgarn erzeugt und gemeinschaftlich Leinen oder Leinwand, Linnen (Toile, *Linen*, *Linen-cloth*) speziell Flachsleinwand (Toile de lin, *Flaxen linen*), Wergleinwand, Hedeleinen (Toile d'étoupes, *Tow-linen*) und Hanfleinwand, Hanfleinen (Toile de chanvre, *Hemp linen*) genannt. — Da übrigens Flachsgarn oft mit Baumwollgarn, Hanfgarn oder Werggarn zusammen verwebt wird, so unterscheidet man noch: Halb-Hedeleinen oder halbflächsene Leinwand und halbbaumwollene Leinwand oder Halbleinen, fälschlich auch irische oder irländische Leinwand bezeichnet.

Ein weiteres unterscheidendes Merkmal liegt in der Feinheit, beziehungsweise «Schwere» des Gewebes. Hiernach gruppiren sie sich etwa folgendermassen. Segeltuch, Segelleinwand (Toile à voiles, *Sailcloth*); sehr schweres (1 □m. wiegt 750 bis 900 gr.), stark geschlagenes, in der Regel sehr breites (2,5 bis 4,5 und 6,75! m.) Gewebe aus Hanfgarn. — Schiertuch ist leichtes Segeltuch (*Duck*, *Russian-Sheeting*) von 500 bis 600 gr. pro □m., mitunter aus Werggarn gewebt. — Sackleinen und Packleinen fest oder lose gewebt aus Hanf-, Werg- (und Jute-) Garn. — Gewöhnliche Leinwand aus Flachsgarn in vielen Abstufungen und mancherlei Benennungen [Starr-, Steif- oder Schetterleinen (Bougran); Glanzleinwand (Treillis, *Trellis*); Futterleinen; Hosen-

leinen; Hemdenleinen] — Den Uebergang zu den feinsten Leinen (Battist, Batist, Batiste, *Cambric*, *Linen-cambric*) bildet der Leinen-Batist. — Endlich gehören zu den glatten Geweben der aus sehr feinem Flachsgarn locker gewebte Schleier (Voile, *Lawn*) und der Linon (Linon), der als grober Schleier anzusehen ist.

B. Geköperte und gemusterte Gewebe.

Die geköperten und gemusterten Gewebe gehören hier deshalb zusammen, weil die Benennungen derselben keine Trennung bezeichnet. — In der Regel benennt man die geköperten, sowie die klein und einfach gemusterten Zeuge: Drell (Zwillich, Zwilch, Drillich) und die Zeuge mit grösseren Mustern Damast, namentlich auch dann, wenn die Figuren von mannigfaltiger Verschiedenheit und feiner Zeichnung sind, also z. B. aus Arabesken, Blumen, ganzen geschichtlichen Darstellungen, Wappen, Landschaften etc. bestehen.

Die verschiedenen Drelle erhalten ihre Namen fast ausschliesslich von ihrer Bestimmung: Sackzwillich (Treillis, *Trellis*) gewöhnlich grober 4bindiger Köper; — Bettdrell (Coutil, *Tick*, *Ticking*), gewöhnlich mit farbigen Streifen als 4bindiger Köper oft auch als Atlas (Leinen-Atlas, Atlasdrell) gewebt; — Hosendrell; — Tischdrell (Linge de table, Nappage), Handtuchdrell, beide mit Köpergrund und kleinen geometrischen Figuren (Steinmuster).

Die Damastgewebe (Leinen-Damast, Damas, Linge damassé, *Damask*) werden in unendlich zahlreichen Verschiedenheiten in Bezug auf Figuren, Feinheit, Breite etc. hergestellt, gewöhnlich aber abgepasst, d. h. mit Abschluss eines bestimmten Bildes auf Länge und Breite zu Tafeltüchern, Servietten, Vorhängen etc. mit den Figuren auf Köper- oder Atlasgrund gewebt.

II. Das Weben.

Da das Weben der Leinwand noch in grosser Ausdehnung auf dem Handwebstuhl (Leinweber-Stuhl) stattfindet, so erklärt sich daraus auch die verhältnissmässig noch seltene Vorarbeit der Garne (Schieren, Spulen, Schlichten, Aufbäumen) durch Maschinen; das Schlichten mit gewöhnlicher oder Glyzerinschlichte, S. 723, wird sogar bei der Handweberei gewöhnlich erst mit der Kette vorgenommen, wenn sie bereits auf dem Webstuhl sitzt. — Da jedoch beim Weben von Leinwand der Kraftstuhl fast das dreifache von dem eines Handstuhls leistet, so wird in grösseren Webereien der Kraftstuhl und deshalb auch der mechanische Betrieb der Vorbereitungsmaschine vorgezogen.[1])

Besonders häufig Anwendung in der Leinenweberei findet für einfachen Drell (der vielfach auf Kraftstühlen erzeugt wird) die Schaftmaschine und für die Musterweberei (vornehmlich auf Handstühlen) der Jacquard, sehr oft der Leichtigkeit halber aus Holz gebaut.

III. Die Appretur.

Wenn die Leinengewebe aus nicht gebleichtem Garn hergestellt werden, was die Regel ist, so bildet die Bleiche derselben eine Hauptarbeit der Appretur, weil nur in einigen Fällen (Sack- und Packleinen, Futterleinen, Hosendrell u. s. w.) das Gewebe ungebleicht (als greis oder grau) verwendet wird. — Nebst dieser chemischen erfährt die Leinwand aber sehr

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1860. S. 212. — Dingler's Jonrn., Bd. 141. S. 235.

gewöhnlich schon in den Webereien selbst eine mechanische Behandlung zum Zwecke der Verschönerung, welche in Waschen, Pantschen, Scheren und Kalandern besteht.

Das Waschen, welches mit allen Leinenzeugen zum Entschlichten vorgenommen werden muss, findet entweder in einem einfachen Waschbottich oder gewöhnlich in der Pantsch- oder einer anderen Waschmaschine mit lauwarmem Wasser Statt, nachdem das Zeug gehörig durch längeres Liegen in warm gehaltenem Wasser aufgeweicht ist. — Nach dem Waschen erfolgt das Entnässen durch die Wring- oder zweckmässiger durch die Schleuder-Maschine und sodann ein vollständiges Trocknen in Trockenkammern, in Zylindertrockenmaschinen mit Breitspannern etc.

Die eigentliche Appretur beginnt mit einem Stärken in einem Stärkebottich, durch welchen man das Gewebe hindurchzieht oder mit mehr Nutzen und Erfolg in der Stärkemaschine. — Die Appreturmasse selbst unterscheidet sich von derjenigen für die Baumwollzeuge gewöhnlich durch gänzliche Abwesenheit oder durch geringen Zusatz von Füllstoff. Doch setzt man gern etwas Stearin, Seife oder Wachs zu. Eine für den Stampfkalander gebräuchliche Appretur wird bereitet durch Kochen von 25 Th. Weizenstärke, 12,5 Th. Kartoffelstärke, 10 Th. Reismehl mit 300 Th. Wasser und Zusetzen von 1 Th. Seife, 1 Th. Stearin, 1 Th. weissem Wachs.

Das Glätten endlich erfolgt auf dem Kalander und zwar stehen hier sowohl die gewöhnliche Mange[1]), als der Stampfkalander[2]), S. 755, und Walzenkalander, S. 757, in Anwendung, namentlich deshalb, weil der Stampfkalander eine weniger glanzgebende, die Fadenrundung nicht erheblich ändernde, etwas moirirende Einwirkung, die Rollmange eine stärker moirirte und der Walzenkalander eine hochglänzende Appretur hervorbringt.

Drittes Kapitel.

Die Fabrikation der wollenen Zeuge.[3])

Sowie man in der Woll-Spinnerei zwei Gattungen von Wolle besonders und auf sehr verschiedene Weise verspinnt (S. 640). so zerfallen auch die wollenen Zeuge in zwei Hauptklassen: in diejenige der Streichwoll- und in diejenige der Kammwollzeuge. Der wesentliche Unterschied zwischen diesen beiden Klassen liegt in den verschiedenen Eigenschaften der Streichwolle und der Kammwolle, S. 503, namentlich in der Verfilzungsfähigkeit derselben, weil die Streichwollstoffe sämmtlich mehr oder weniger gefilzt werden sollen, während die Kammwollstoffe ohne Verfilzung bleiben.

I. Streichwollene Zeuge.

Da unter den Zeugen aus Streichwolle dasjenige, welches den Namen Tuch (Drap, *Cloth*, *Woolen-cloth*) führt, namentlich deshalb das hervorragendste ist, weil die Erzeugung desselben die grösste Zahl von Arbeiten umfasst und dadurch zugleich die Grundlage für die Herstellung aller tuchartigen Wollenzeuge abgiebt, so mag hier zunächst die Tuchfabrikation besprochen werden.

---

1) Prakt. Masch.-Constr., 1874. S. 18. 2) Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 133. 3) Karmarsch-Hartig, Mech. Techn., Bd. 2. — Das deutsche Wollen-Gewerbe, Grünberg 1868 etc. — M. Alcan, Fabrication des étoffes, Paris 1867.

A. Tuchfabrikation.[1])

1) **Weben.** — Unter Tuch versteht man stark gefilzte Zeuge, deren Grundlage ein leinwandartiges Gewebe ist, das vom Webstuhl genommen den Namen Loden (Drap brut, Drap en toile) führt und erst durch weitere Behandlung in Tuch verwandelt wird. Je nach der Gattung der Tuche ist die Dicke, die Feinheit der Garne, die Zahl der Ketten- und Schussfäden auf eine Längeneinheit, die Auswahl der Wolle u. s. w. verschieden. Im Allgemeinen wählt man zur Kette stärker gedrehtes Garn als zum Schuss, weil das erstere im Webstuhl grössere Beanspruchung zu erfahren hat; ferner wird den Fäden verschiedene Drehung, d. h. in der Regel der Kette die Drehung rechter, dem Schuss die Drehung linker Schraubengänge, S. 369, ertheilt, um damit die Verfilzung zu begünstigen.

Da der Loden bei seiner Verwandlung in Tuch, namentlich in Folge des Filzens, bedeutende Dimensionsveränderungen erleidet, sich nämlich durchschnittlich in der Breite um 30 bis 40 ja 50 % und in der Länge um 25 bis 40 % verkürzt, so muss zunächst beim Scheren die Länge der Fäden und dann beim Weben die Breite des Zeuges um diesen Betrag vergrössert werden. In Folge dessen erhält der Tuchwebsuhl (Tuchmacherstuhl) eine grosse Breite (2 bis 3,5 m.) und die Schütze eine geringe Zahl Schläge, nämlich pro Minute für den Handstuhl 30 bis 40 wenn einmal, 20 bis 30 wenn zweimal angeschlagen wird, für den Kraftstuhl 40 bis 55 bei einmaligem, 34 bis 45 bei zweimaligem Anschlagen. Im Uebrigen sind die Handwebstühle gewöhnlich sehr einfach, aber stark gebaut und mit einem Geschirr von 2 Schäften und 2 Tritten ausgestattet. — Da die Kraftstühle[2]) für Tuche mit Rücksicht auf die grosse Breite, das bedeutende Gewicht und die Zähigkeit der Kette und für langsamen Gang zu konstruiren ist, so kann aus diesen Gründen der Webstuhl auf Taf. III., S. 716 als Muster gelten. — In Bezug auf die Vorbereitungsarbeiten ist nur zu erwähnen, dass die Kette nach dem Scheren gewöhnlich auf der Leimmaschine (S. 724) mit lauwarmem Leimwasser so stark geleimt wird, dass 5 bis 6 kg. Leim auf 50 kg. Garn kommen; dass aber im Uebrigen die gewöhnlichen Arbeiten nur im Kettenspulen (selten im Schussspulen, weil das Schussgarn als Kötzer gewonnen und in die Schütze gesteckt wird) und im Einziehen, S. 726, bestehen.

2) **Verschönerungs- und Vollendungs-Arbeiten.**[3]) — Da der Loden nicht nur von dem Spinnen der Streichwolle her eine Menge Fett, S. 643, sowie gewöhnlich auch Leim und zufällig hineingerathene Körper (Holzsplitter, Strohstückchen) enthält, als auch die durch Anknüpfen abgerissener Fäden entstandenen Knoten und Garnendchen besitzt, so ist vor Allem eine Arbeit erforderlich, welche diese Substanzen gründlich entfernt und zwar auf trockenem oder nassem Wege. — Die Entfernung auf trockenem (mitunter auf chemischem) Wege wird das Noppen und die auf nassem Wege das Waschen genannt.

a. Noppen[4]) (Knoten, Belesen, Noper, Nopage, Enouer, Epincer, Epoutier, Epoutir, Epeutir, *Burling*). Diese Arbeit wird sofort vorgenommen, nachdem der Loden vom Webstuhl kommt und zwar in der Weise, dass die

---

1) C. Stommel, Das Ganze der Weberei des Tuch- und Buckskinfabrikanten, 2 Bände, Braunschweig 1876. — Techn. Encyklop., Bd. 19. S. 1. 2) Berliner Verh., 1824. (III.) S. 42; 1827. (VI.) S. 113; 1854. S. 90. — Polyt. Centr., 1855. S. 400. — Dingler's Journ., Bd. 135. S. 94. 3) Iwand und Fischer, Die Appretur der glatten Stoffe aus Streichgarn, Grünberg 1875. 4) T. Weiche, Leitfaden für die Knoterei oder das Noppen, Grünberg 1873. — Polyt. Centr., 1875. S. 302. — Dingler's Journ., Bd. 216. S. 89.

Arbeiterinnen (Nopperinen) das Gewebe allmählich über einen schmalen pultartigen Tisch wegziehen, genau besehen, die Knoten und Fäden mittelst einer Spitze oder einer Federzange (Noppzange, Noppeisen, Epincette, *Burling-iron*) emporheben und durch Abschneiden oder Abkneipen entfernen (wozu die Zange in der Regel als Kneipzange eingerichtet ist), sowie kleine Löcher zunähen (Stopfen) und sonstige Unregelmässigkeiten auf passende Weise beseitigen. — Wegen dieser Nebenarbeiten wird nebenbei übrigens die Brauchbarkeit mechanischer Noppvorrichtungen (Noppmaschinen, Epinceteuse, Epoutisseuse), deren mehrere erfunden sind,[1]) stets eine beschränkte bleiben.

b. Waschen (Lavage, Degraissage, *Scouring*). — Diese Operation findet nunmehr, auf das Noppen folgend, ausschliesslich in Waschmaschinen Statt, nachdem das Zeug vorher mit einer Waschflüssigkeit getränkt ist, welche das Fett in Lösung oder zur Verseifung bringt und die aus einer Lösung von Seife (Schmierseife) oder Pottasche, Soda, Aetznatron besteht. Dabei ist es von besonderem Nutzen, wenn der Loden zur Entfernung des Leimes erst mit lauwarmem Wasser vorgewaschen wird. — Als Waschmaschine steht für gewöhnliche Fälle die Stückwaschmaschine, Fig. 527, in Gebrauch. Die Walzen A und B mit zwei oder drei Kanälen von 0,5 m. Breite, S. 732, haben 0,53 bis 0,68 m. Durchmesser nnd machen pro Minute 20 bis 40 Umdrehungen, so dass die Loden mit 0,7 bis 1,1 m. Geschwindigkeit durchlaufen, wodurch sie in 2 bis 4 Stunden gewaschen und gespült werden.

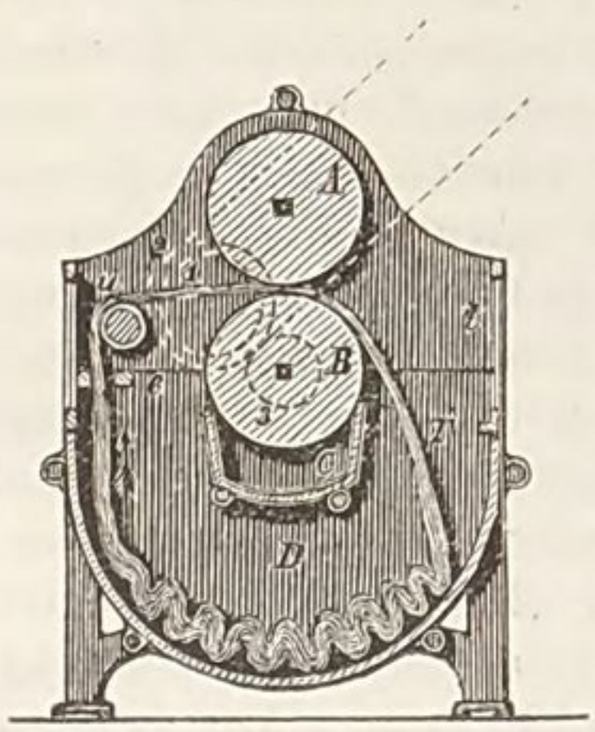


Fig. 527.

Zum Waschen der schweren Tuche stehen aus S. 733 angegebenen Gründen die Waschhämmer, namentlich die Kurbelwaschhämmer, S. 734, in Gebrauch.

c. Walken. — Eine der wichtigsten Arbeiten in der Erzeugung der Tuche ist die Filzung der Loden zur Hervorbringung der Filzdecke (Decke, Couverte) durch das Walken, S. 759. Sie darf erst nach dem Waschen und nochmaligem Noppen (Noppenaus der Wäsche, Nopage en maigre, N. en eau, gegenüber dem ersten Noppen: Fettnoppen, N. en gras) vorgenommen werden, weil sich sonst die Schmutztheile mit ein- und festwalken. — Man bedient sich zum Zwecke des Walkens entweder der Hammerwalke, S. 761, oder der Kurbelwalke oder der Walzenwalke, S. 762, namentlich aber der beiden letzteren wegen ihrer zweckmässigen Konstruktion und vortheilhafteren Wirkung mit Ausschluss der Stösse.

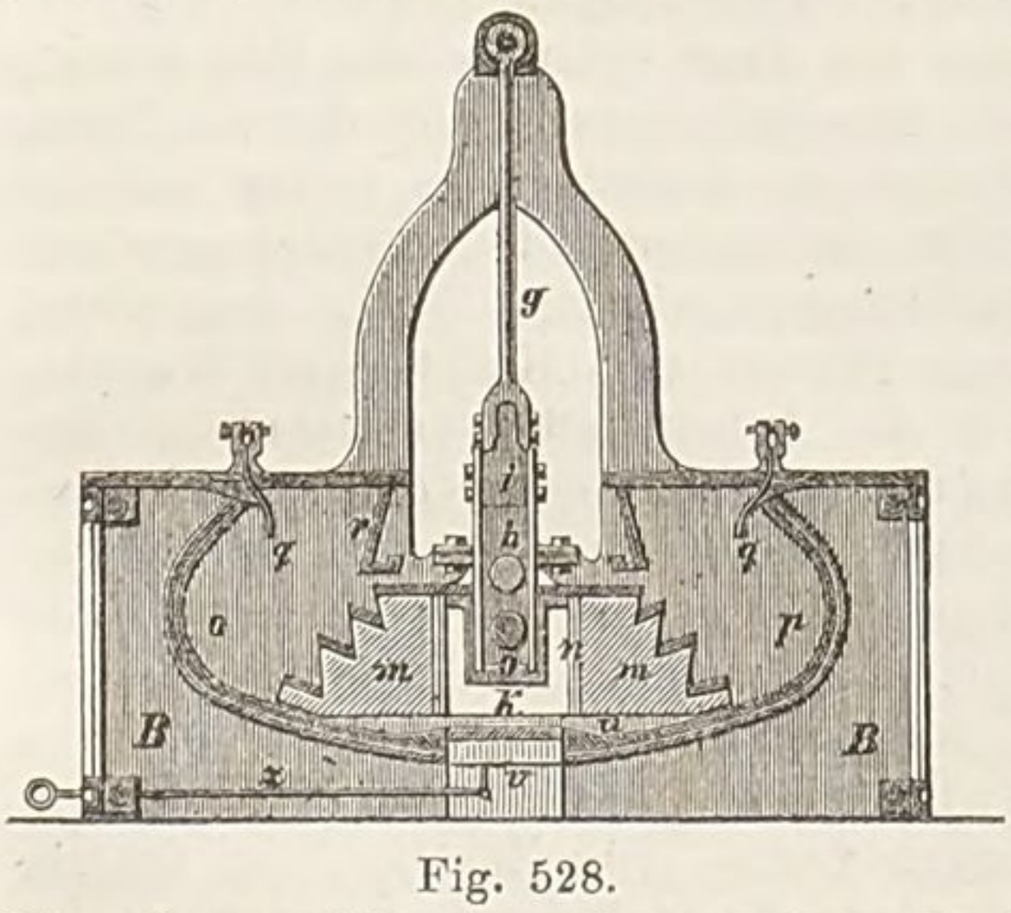


Fig. 528.

Die oft gewählte Anordnung einer Kurbelwalke ist die durch Fig. 528 vor Augen geführte, S. 761 näher beschriebene Doppelkurbelwalke, mit

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1866. S. 26. — Polyt. Centr., 1853. S. 1485; 1859. S. 1031. — Dingler's Journ., Bd. 131. S. 18; Bd. 153. 192; Bd. 182. S. 91.

zwei an Schwingen g hängenden Doppelhämmern, welche von einer mit zwei Krummzapfen o, h versehenen Welle aus abwechselnd hin- und herbewegt werden und dadurch die in den Walklöchern o und p liegenden Zeuge filzen. — In der Regel sind die Walklöcher 0,6 m. breit, 0,33 m. lang und 0,6 m. tief; in jedes Loch legt man 1 Stück, so dass also zwei Stücke gleichzeitig gewalkt werden. Dabei erhalten die Hämmer etwa 100 bis 120 Schwingungen in der Minute und bedürfen einer durchschnittlichen Betriebskraft von 1,5 Pferdestärken.

Der vortheilhafte Betrieb der Walzenwalken, der sowohl in der ununterbrochenen, als schnellen, regelmässigen und durch Veränderung der Walzenbelastung dem Zeuge leicht anzupassenden Wirkung besteht, ist die Hauptursache für die überwiegende Anwendung dieses Filzapparates, dem nur für sehr schwere Tuche die Hammerwalken vorgezogen werden. — Im Allgemeinen auf das S. 774 Gesagte verweisend, mag hier nur angeführt werden, dass die durch Fig. 529 dargestellte Walzenwalke ihrer Vorzüglichkeit wegen vielfach zum Tuchwalken Verwendung findet. Es betragen an dieser Maschine gewöhnlich die Durchmesser der horizontalen Walzen g 230 und der vertikalen h 215 mm., der Stauchwalzen i 190 mm. Aus bereits früher erörterten Gründen nehmen die Umdrehzahlen der aufeinander folgenden Walzen des Stauchens halber ab und darum sind sie von g^1 beginnend der Reihe nach in der Minute: 110; 99; 92; 79; 74; 7,4 (für i). Dadurch ergiebt sich für das Durchlaufen des Zeuges im Mittel eine Geschwindigkeit von 1,11 m. pro Sekunde. Die Betriebskraft einer solchen Maschine ist dann auf etwa 2,75 Pferdestärken zu veranschlagen.

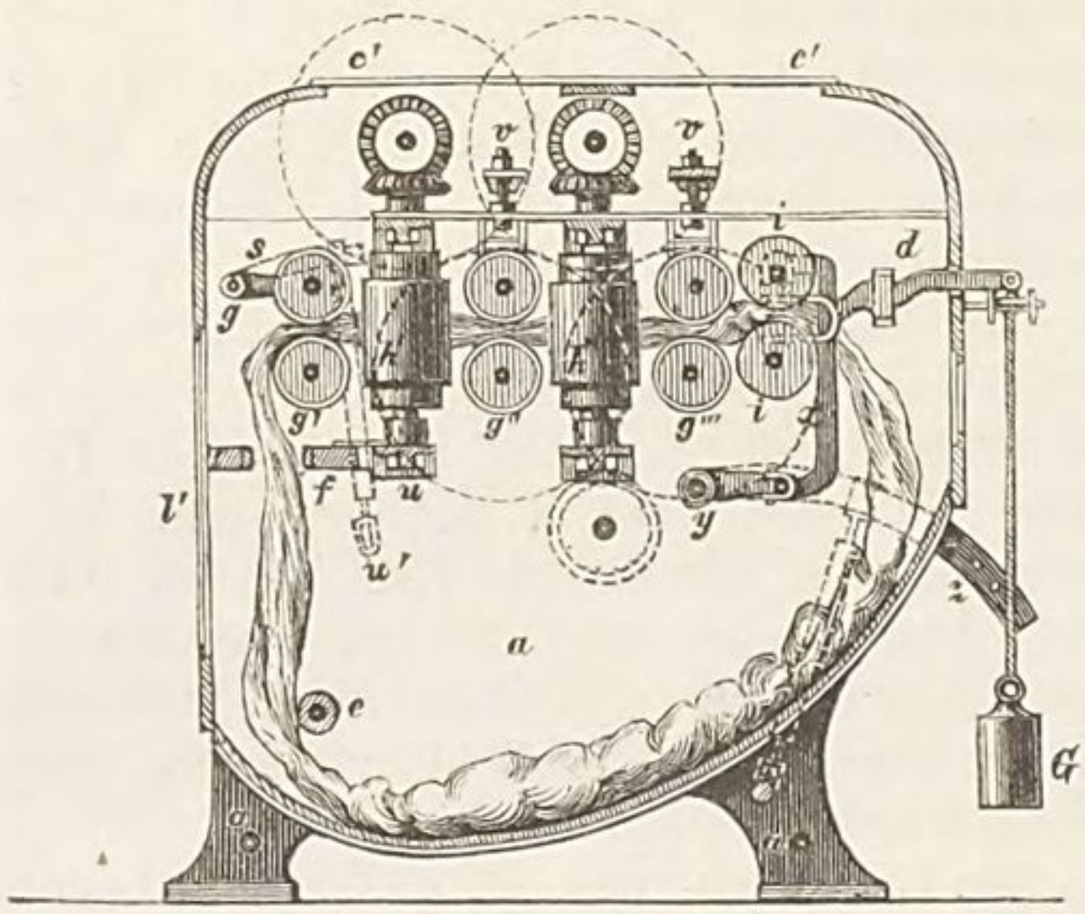


Fig. 529.

Der Erfolg der Walkoperation und die dazu erforderliche Zeit hängt, S. 759, von mancherlei Umständen ab, namentlich auch von den Zusätzen, der Temperatur und der Lage der Fäden im Gewebe. In Bezug auf die letztere ist bereits bemerkt, dass Ketten- und Schussfäden entgegengesetzte Drehung erhalten, weil dadurch erfahrungsmässig die Walke begünstigt wird. — Bezüglich der Temperatur unterscheidet man Kalt- und Warmwalke, jenachdem ausser der, durch die Arbeit selbst entstehenden Erwärmung noch eine künstliche Erwärmung ausgeschlossen oder durch Eingiessen von heissem Wasser oder Einlegen von Dampfröhren in den Walkbottich in der Höhe von 25—35° C. erzeugt wird, in welchem letzteren Falle eine bedeutende Verkürzung der Walkzeit, aber auch die Nothwendigkeit einer sorgfältigen Beaufsichtigung entsteht, wenn eine Gleichmässigkeit des Produktes gesichert werden soll. Da die Kaltwalke eine vollendetere Verfilzung giebt, so wird sie für feine Tuche vorgezogen. — Die Zusätze (von faulem Urin, Walkerde, Seife etc.) richten sich ebenfalls nach der Beschaffenheit des Zeuges, so dass man durchschnittlich 15 bis 20 kg. Seife auf 100 kg. Tuch rechnen kann: mehr für die kalte, weniger für die warme Walke, welche letztere sogar die Seife ganz entbehrlich machen soll. — Die Zeit der Walke variirt so sehr (von $^1/_2$ bis 50 Stunden), auch noch nach dem Gewebe, dem ver-

langten Grade der Verfilzung, den in Anwendung stehenden Walkapparaten, dass sich darüber im Allgemeinen Bestimmungen nicht angeben lassen. Bemerkt mag nur werden, dass unter gleichen Umständen die ungefärbten Loden am schnellsten, die gefärbten langsamer filzen.

d. Waschen nach der Walke. — Nachdem der Loden durch die Walke in Tuch verwandelt ist, bedarf derselbe zur Entfernung der zur Unterstützung des Walkprozesses angewendeten Mittel eines Auswaschens, welches entweder in der Walkmaschine kurz vor Schluss beginnend, oder in einer der oben erörterten Waschmaschinen vorgenommen wird und zwar am zweckmässigsten (wenigstens im Anfang) mit lauwarmem Wasser.

e. Trocknen, Spannen. — Da das Tuch vor den nächstfolgenden Operationen in einen trockenen und faltenlosen Zustand versetzt werden muss, so folgt auf das Waschen zunächst ein Entwässern in der Zentrifugalmaschine oder Auswringmaschine, darauf aber ein Trocknen in Verbindung mit Spannen und Recken, wozu die Tuchrahmen[1]) (Râme, *Tenter*), oder Rahmmaschinen, S. 739, dienen. — Die ersteren bestehen in einem einfachen hölzernen Rahmen von der Länge des Tuches und einer solchen Breite, dass letzteres mittelst eiserner Häkchen (Klaviere, Havets) so dazwischen gespannt werden kann, dass es sich durch das Trocknen an der Luft nur soweit und nicht mehr reckt, als zur Beseitigung der Falten ausreicht; ein stärkeres Recken hätte ein runzeliches Ansehen nach dem Abrahmen (Déramer) zur Folge. — Von den Rahm- und Trockenmaschinen und deren Gebrauch ist schon S. 735 ausführlich gesprochen.

f. Rauhen. — Da der grösste Theil der Tuche geschoren wird, so ist auch das Rauhen derselben aus S. 749 angegebenen Gründen eine wichtige, auf das Trocknen und Spannen folgende Arbeit, welche mitunter durch die Hand, häufiger mittelst der Rauhmaschine ausgeführt wird.

Im ersten Falle hängt das aus einem Wassertrog allmählich nachgezogene Tuch über zwei 2 bis 2,3 m. über dem Fussboden angebrachten horizontalen Stangen (Rauhbäumen, Perches) und wird von Arbeitern in der Kettenrichtung mitunter auch quer mit dem Kardenkreuz gestrichen und zwar in langen Zügen (Schlägen).

Bei Anwendung der Rauhmaschine, S. 777, geht das Tuch mit gehöriger Breitspannung durch das Spannprisma m etc. und angefeuchtet entweder direkt über eine oder zwei Rauhtrommeln B, A in der S. 750 ausführlich erörterten Weise oft noch eine Postirmaschine H passirend, so lange mit einer Relativgeschwindigkeit von durchschnittlich 4,75 m. in der Minute hindurch, bis dasselbe nach einer gehörigen Anzahl Durchgängen (Trachten, Trait, Voie, *Course*) die verlangte Rauhigkeit bekommen hat.

g. Scheren. — Zur Hervorbringung einer sehr gleichmässigen, haarigen Oberfläche wird das Tuch sodann, nachdem es durch das Rauhen dafür vorbereitet ist, geschoren und zwar fast ausschliesslich auf den Schermaschinen, S. 745, mit rotirenden Messern also Walzen-Schermaschinen. Da im Allgemeinen die Längs-Schermaschine, insbesondere aber diejenige mit 2 Scherwalzen, Fig. 530, am schnellsten arbeitet, so stehen diese namentlich in Anwendung. Die Quer-Schermaschine, Fig. 531, soll dahingegen einen Schnitt von grösserer Sauberkeit liefern und sich daher vorzugsweise auf den feinsten Tuchen bewähren; sie arbeitet bei

1) Polyt. Centr., 1860. S. 1241. — Dingler's Journ., Bd. 85. S. 325; Bd. 89. S. 261; Bd. 209. S. 408; Bd. 222. S. 224.

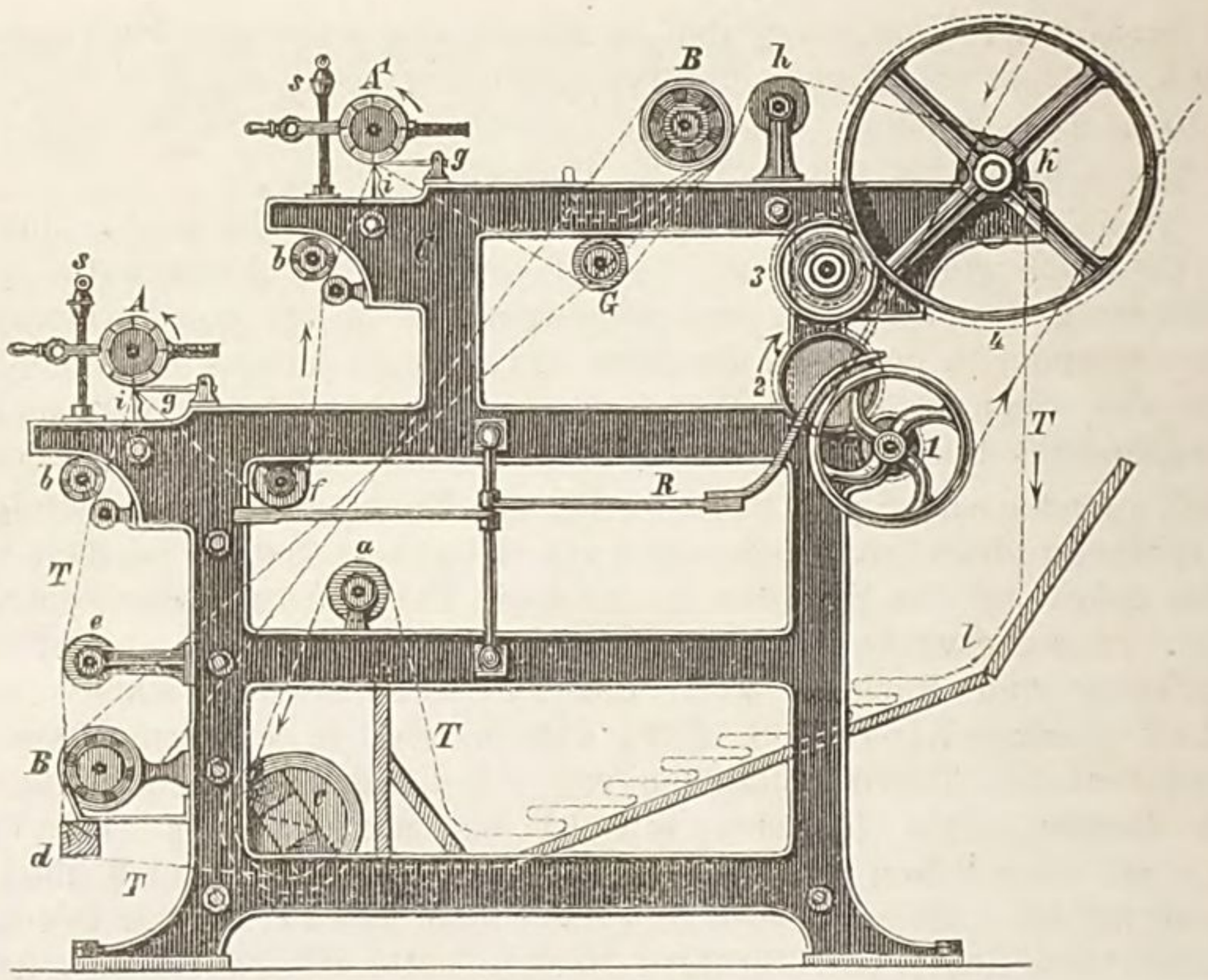


Fig. 530.

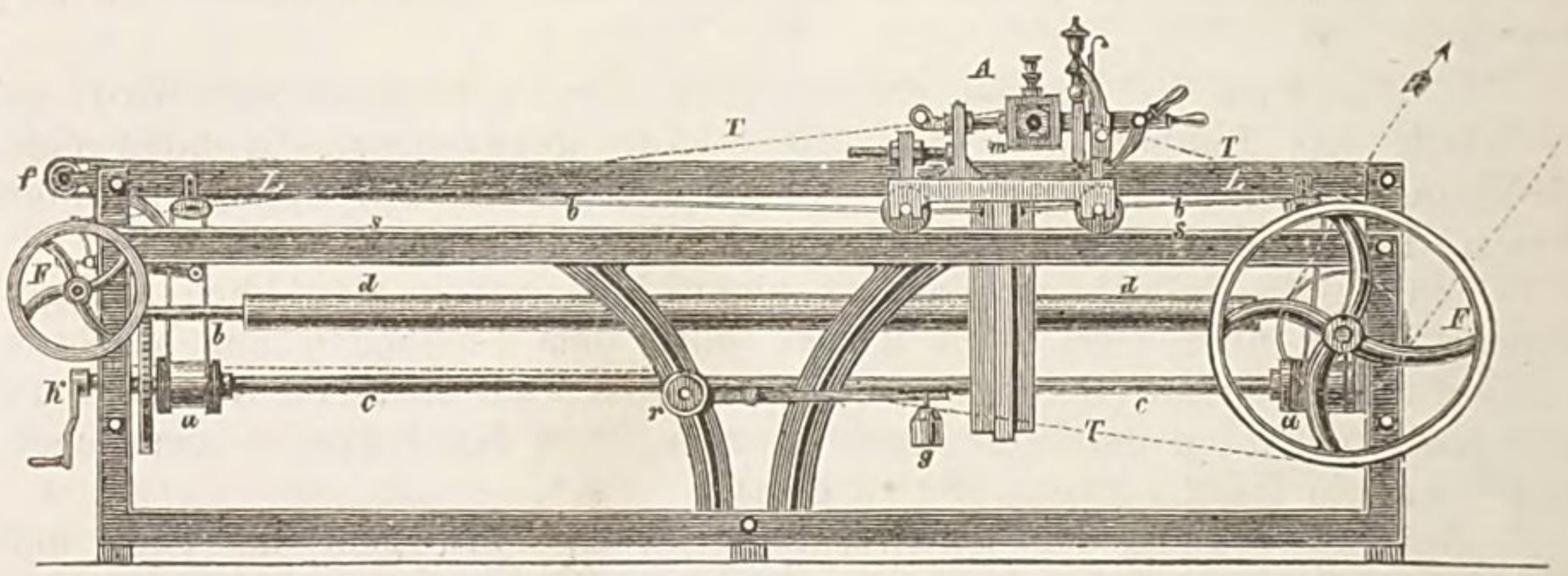


Fig. 531.

derselben Umdrehzahl der Walze deshalb langsamer als die vorige, weil eine bedeutende Zeit für das Fortschieben des Tuches nach jedem Schnitt verloren geht und weil der Scherzylinder kürzer gemacht wird, um dadurch die äusserste Genauigkeit in der Anfertigung und Anbringung zu erzielen, woher dann die bessere Arbeit dieser Maschinen rühren mag.

In den meisten Fällen ist das Scheren mehrere Male mit mehreren Schnitten hintereinander vorzunehmen und zwar je nach der Feinheit der Tuche 1 bis 5 mal, stets in Abwechselung mit dem Rauhen, so dass Rauhen und Scheren zusammen gehört. Man nennt das erste Rauhen das Rauhen aus den Haaren, aus dem Haarmann oder dem ersten Wasser (Lainage en herman, L. à la première eau; das 2., 3., 4. etc. das Rauhen aus dem 2., 3., 4. etc. Wasser (L. à la deuxieme etc. eau); ebenso spricht man vom Scheren aus dem 1., 2. etc. Wasser. — Wenn die geringsten Tuchsorten vielleicht nur zweimal, aber mit mehreren Schnitten und Trachten geschoren und gerauht werden, so unterliegen die mittelfeinen Tuche schon 3 solchen Operationen mit im Ganzen 300 bis 400 Trachten und 30 bis

40 Schnitten; und die feinsten mit 4 bis 5 Durchgängen, 50 bis 60 Schnitten und 400 bis 500 Trachten. — Bei dieser grossen Zahl von Trachten und Schnitten erklärt sich die Nützlichkeit der kontinuirlich und doppelt wirkenden Rauh- und Scher-Maschinen und der Anwendung guter Trockenvorrichtungen, da das Rauhen im nassen, das Scheren aber im trockenen Zustande des Tuches vorzunehmen ist.

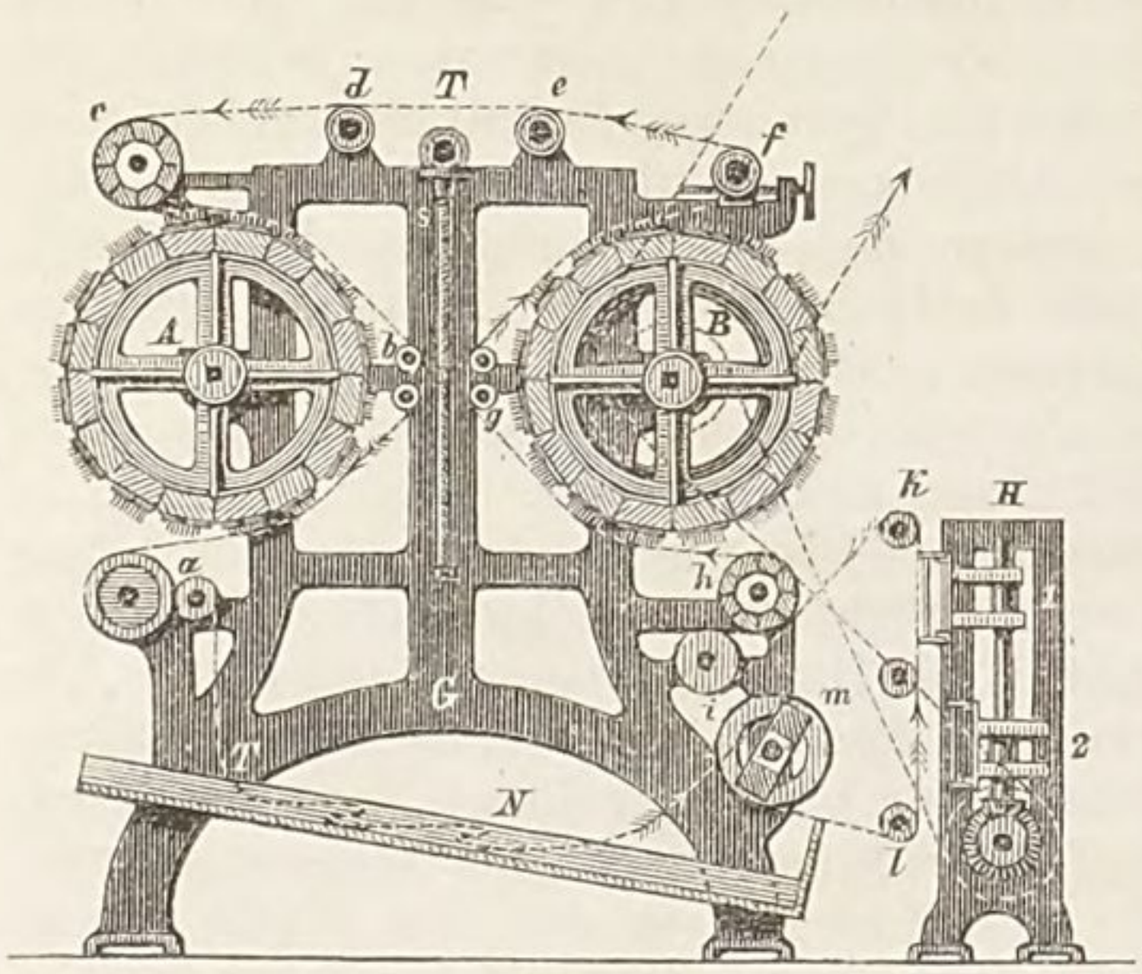


Fig 532.

Ueber die Leistungsverhältnisse beider zusammen arbeitenden Maschinen mag angeführt werden, dass eine doppelte Rauhmaschine mit Excenter-Postir-Apparat von der in Fig. 532 vergegenwärtigten Konstruktion mit Kardentrommeln von 630 mm. Durchmesser und 100 Umdrehungen pro Minute, bei etwa 136 Spielen der Postirplatten, 1,75 m. Arbeitsbreite und 5,5 m. minutlicher Tuchgeschwindigkeit etwa 3 Pferdestärken; und die Doppelschermaschine bei 1000 bis 1200 minutlichen Umdrehungen der Scherwalzen und 2,5 bis 4,0 m. Tuchgeschwindigkeit in der Minute, etwa 0,7 Pferdestärken beansprucht.

h. Bürsten. — Wenn zwar mit der Operation des Scherens diejenigen Arbeiten abgeschlossen sind, welche die Verwandlung des Lodens in fertiges Tuch bezwecken, so werden doch in der Regel mit dem letzteren noch einige Nacharbeiten vorgenommen, welche die gleichförmige Stellung sämmtlicher Haarendchen sichern und dem Tuche selbst einen Glanz durch Niederdrücken der Haare ertheilen sollen. — Zuerst gehört hierzu das Bürsten (Brosser, *Brushing*), welches zwar schon gewöhnlich auf der Schermaschine stattfindet, sehr oft jedoch namentlich mit den feinsten Tuchen nach dem Scheren wiederholt wird. Dann bedient man sich zu dieser Arbeit ausschliesslich der Bürstmaschine [1]) (Machine à brosser, *Brushing machine*) Fig. 533, deren Beschreibung bereits S. 752 ausführlich erfolgte und deren Bürstentrommel, mit steifen Borsten-Bürsten versehen, die Haare des gehörig gespannten Tuches nach dem Strich legt. — Dabei wird der bezweckte Erfolg wesentlich erleichtert, wenn die Haare durch Dampf oder Wasser angefeuchtet werden, weil die Wolle dadurch geschmeidiger und biegsam gemacht wird (Brossage à la vapeur; Br. à mouillé). — Eine mit Dampfrohr ausgestattete Doppel-Bürstmaschine mit zwei Bürstenwalzen von 350 mm. Durchmesser und 1,7 m. Länge, mit 250 Umdrehungen

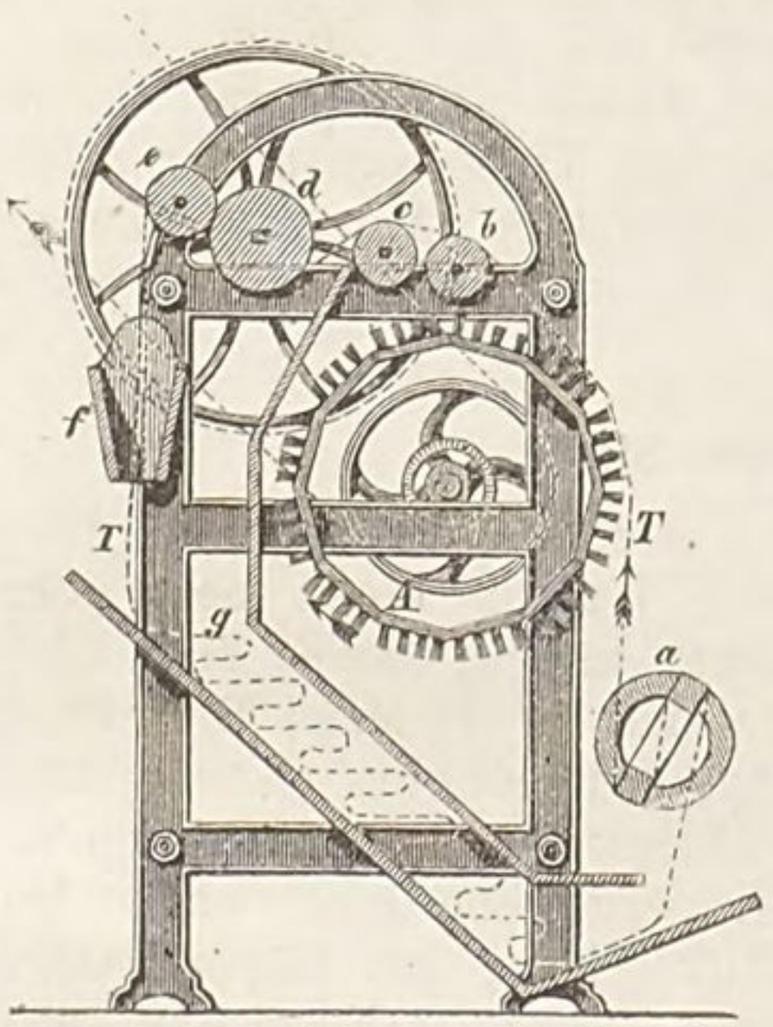


Fig. 533.

1) Dingler's Journ., Bd. 181. S. 107.

pro Minute und einer Tuchgeschwindigkeit von etwa 8 m. pro Minute konsumirt mit Transmission 1 Pferdestärke.

i. Pressen. — Da das längere Andrücken der durch Bürsten niedergelegten Fasern, namentlich in erwärmtem Zustande einen hohen Glanz zurücklässt, so sind die Tuche zu diesem Zwecke sehr oft noch nachträglich einer Pressung (Catissage, *Pressing*) zu unterwerfen, welche, da sie längere Zeit anhalten soll, nur in Plattenpressen mit Schrauben oder hydraulischen Druckvorrichtungen vorgenommen wird, und zwar am zweckmässigsten in solchen Pressen, welche mit Dampf erwärmte Pressplatten besitzen, S. 755. Das Tuch erhält dabei im gefalteten Zustande Einlagen sehr glatter Pappen (Glanzpappen, Pressspäne Cartons, *Pressing boards*) und bleibt, nachdem die Pressen langsam angezogen haben, zu 6 bis 12 Stück aufgestapelt 1 bis 2 Tage in der Presse.

k. Dekatiren. — Der durch das Pressen entstehende hohe Glanz (Pressglanz, Cati) ist leicht vergänglich und verschwindet z. B. schon durch Anfeuchten, weil sich hierbei die Härchen wieder aufrichten. Um nun ein unregelmässiges Verschwinden dieses Glanzes z. B. durch stellenweise stattfindendes Benässen (Regen etc.) zu vermeiden, wird das Tuch vor dem Gebrauch durch Dampf oder Einsprengen mit Wasser so weit angefeuchtet, dass an die Stelle des Pressglanzes der der Wolle eigenthümliche und daher dauernde Glanz eintritt. Diese Behandlung, welche das Dekatiren (Décatissage) heisst, bezweckt ausserdem die Beseitigung der durch das Recken und Rahmen entstandenen Spannung, indem sich diese dadurch verliert und zugleich ein Einlaufen (Eingehen, Rentrer, *Shrinking*) zur Folge hat, dessen späteres Eintreten (während des Gebrauchs) unzulässig ist. — Aus diesem letzten Grunde nennt man das Dekatiren auch das Krimpen oder Krumpen (Décatir, *Skrinking*) und unterscheidet die Dampfkrumpe (Décatissage à la vapeur, *Steaming*) und die Wasserkrumpe. — Das Dekatiren wird (mitunter schon vor dem letzten Wasser beim Rauhen und Scheren) am einfachsten auf dem Dekatirtisch vorgenommen. Hierunter versteht man einen sehr flach gewölbten Metallkasten, dessen gewölbter Deckel durchlöchert und mit einigen Lagen Leinwand überzogen und dessen innerer Raum durch ein Rohr mit einem Dampferzeuger in Verbindung steht. Indem das Tuch mit der rechten Seite anliegend über diesen in Tischhöhe angebrachten Apparat hinweggezogen wird, nimmt es durch den Dampf die zum Dekatiren erforderliche Feuchtigkeit auf. —

B. Fabrikation der tuchartigen Stoffe.

1) **Eintheilung und Benennung.** Alle Zeuge, welche entweder ganz oder zum Theil aus Streichwolle bestehen und durch Walken einen mehr oder weniger hohen Grad von Verfilzung angenommen haben, lassen sich kurz tuchartige Stoffe nennen, wenngleich sie sich in vielerlei Beziehung davon unterscheiden, namentlich durch die Art des Gewebes (Köper) und die Appretur. Es mögen hier folgende als die wichtigsten angeführt werden. — Köpertuch ist aus einem vierschäftigen Köpergewebe ganz nach Art des Tuches mit fester Walke erzeugt. — Buckskin, mit Köperstreifen oder kleineren Mustern versehenes tuchartiges Zeug. — Kasimir, aus feinster Wolle, köperartiges, gewebtes, leicht gewalktes Tuch. — Zirkassiennie, sehr leicht gewalkter Kasimir. — Fries, Flaus oder Koating (Frise, *Coating*), entweder glatt oder geköpert, aus dickem Garn grob gewebt, langhaarig gelassen, aber sonst wie Tuch appretirt: stark gewalkt, heiss gepresst und oft noch mit Oel heiss gebügelt. — Molton, Molleton,

Multon, leicht gewalkter Fries. — Kirsey, glatt gewebter, dicker, grober Loden, der nur gewaschen, sonst ohne Appretur ist. — Papiermacher-Filz, locker und geköpert gewebt und nur schwach gewalkt, ohne gerauht und geschoren zu sein. — Kotzen, Rauhes Deckenzeug, schwach gewalkt, ungeschoren, daher mit einer langen Haardecke versehen. — Doppeltuch, nach Art des Doppelgewebes, S. 673, erzeugt, aber gewöhnlich so, dass die rechte Seite feiner als die linke ist; mit Tuchappretur. — Flanell, aus Kette von Kammwolle und Schuss von Streichwolle, glatt oder geköpert gewebt, wenig gerauht und geschoren, sowie sehr schwach gewalkt. — Lama, ganz aus Streichwolle, sonst dem Flanell gleich. — Kassinet, köper- oder atlasartig, aus Kette von Baumwoll-Watergarn und Schuss aus Streichwolle gewebt, unter Hämmern gewaschen, nicht gerauht, geschoren, und ohne weitere Walke heiss gepresst. — Hier schliessen sich an die halbwollenen Stoffe Beiderwand (Halbwollen-Lama), Halbtuch. Halbwollen-Köper, Halbwollen-Moleskin aus Baumwoll-Kette und Streichwoll-Schuss und Kaschmireth, mit Kette aus Floretseide und Schuss aus feinem Streichgarn. — Velours ist ein starker Koating, oft mit Baumwoll-Kette, stark gerauht, wenig geschoren. — Ratin eine Art Fries, durch eine eigenthümliche reibende Behandlung der Oberfläche mittelst Kautschukplatten aus freier Hand oder in der Ratinirmaschine[1]) (Frisirmühle, Ratineuse, Friseuse) mit kleinen Zöpfchen oder Knötchen versehen, die entweder isolirt oder reihenweise stehen.

II. Kammwollene Zeuge.

A. Eintheilung und Benennung.

Da die Stoffe aus Kammwolle, auch wohl einfach Wollenzeuge genannt, sowohl als glattes, geköpertes und gemustertes, sowie als bunt- und sammtartiges Gewebe in ausserordentlicher, täglich zunehmender Mannigfaltigkeit vorkommen, so können hier nur die Gewebe-Typen angegeben werden.

1) **Glatte Stoffe.** Bombassin, Kette und Schuss aus gewöhnlichem Kammgarn. — Kamelot, Kammlot (Camelot, *Camblet*), entweder aus einfachem Garne oder auch mit Kette aus zweidrähtigem Zwirn. — Perkan, Berkan, Barakan, festes Gewebe aus Kammwoll-Zwirn. — Moir oder Moor ist gewässerter Perkan. — Wollmuselin (Mousseline de laine, *Mousseline-laine*) lockeres, weiches Gewebe, oft mit Kette aus Baumwolle. — Beuteltuch, Siebzeug (Toile à bluteau, *Bolding cloth*) Gewebe mit bestimmter Maschengrösse aus sehr fest gedrehtem Garn. — Stramin, wollene Stickgaze, aus gezwirntem Kammgarn, wie Beuteltuch gewebt. — Orleans, mit Kette aus Baumwoll-Zwirn und Schuss aus Kammgarn. — Poil de chèvre oder Mohair, aus Baumwollkette mit Schuss aus Kammwolle. — Rips nach Art, S. 676, gewebt und zwar in der Regel aus Baumwoll- oder Streichwoll-Kette und Schuss aus feinem Kammgarn, der sehr fest geschlagen sein muss, um die Kettenfäden zu verstecken. —

2) **Geköperte Stoffe.** Merino (*Marrino, Tweeled bombazet*) ist ein drei- oder vierbindig geköpertes, beidrechtes (S. 673) Gewebe, geschoren und durch Kalandern oder heisses Pressen glänzend gemacht. Ohne Glanz nennt man es Thibet. — Rasch (Ras, *Rash*) ist ein grobes, dreibindiges Gewebe. — Wollener Atlas, Woll-Atlas sowie Serge, Sarsche (Serge, *Serge*) sind 5 oder 7bindige Atlas-Gewebe mit dem Unterschied, dass bei dem ersten der Schuss, bei dem letzteren die Kette auf der

1) Publ. ind., V. 10. 366.

rechten Seite und flott liegt. — Oeltuch, Oelpresstuch ist ein grobes vierbindiges Köper-Gewebe, aus 3 bis 12 fädigem Zwirn. — Halbmerino und Paramatta ist Merino mit Baumwollkette. — Zanella fünfbindiger Atlas mit Kette aus Baumwolle. — Bombasin ist ein merinoartiges Gewebe aus Seidenkette mit Kammgarnschuss.

3) **Gemusterte Stoffe.** Zu den gemusterten Stoffen gehören namentlich die verschiedenen Stoffe zu Kleidungsstücken (gemusterter Thibet), die Wollendamaste zu Möbelüberzügen (Möbeldamast, *Furniture damask*) Vorhängen etc. ganz aus Wolle oder mit Grund oder Kette aus Baumwolle (Halbwollen-Damast), Doppeldamast, nach Art der Doppelgewebe, Alpako-Thibet mit Kette von den Haaren des Alpako (Auchenia paco, A. alpaco) eines kleinen Lama's auf den Hochebenen von Peru und Chile. — Shawls (Châles, *Shawl*). Hierunter versteht man die in abgepasster Grösse gewebten, namentlich zu Umschlagtüchern verwendeten Gewebe, welche auf einem (gewöhnlich dreibindigen) Köpergrund vielfarbige Figuren tragen, die in der Regel symmetrisch nach den vier Seiten am Rande herum laufen und so eine in der Mitte liegende Fläche des Grundgewebes (Spiegel) einrahmen. Man webt sie mit Hilfe besonderer Schussfäden nach Art der broschirten und lanzirten Stoffe, entweder allein aus Kammgarn, oder verwendet noch z. B. zu den feinsten, sogenannten Kaschmirshawls die Wolle der Thibetanischen Ziege (Kaschmirwolle) oder Seidenkette, oder auch (zu den gewöhnlichsten) Baumwoll-Kette. — Teppiche verschiedener Art (so weit sie nicht zu der folgenden Gattung gehören) von mehr oder weniger grober Wolle, oft mit Kette oder Grundgewebe aus Garn von Kuhhaaren, Hanf oder Hede, und als Doppelgewebe, S. 697, erzeugt: Doppelte Teppiche oder Kidderminster Teppiche.

4) **Sammtartige Gewebe.** Da sich die Kammwolle sehr gut zur Bildung des mit Nadeln gewebten Sammtes eignet, so kommt der Woll-Sammt (*Worsted-velvet*) und der Woll-Plüsch (*Worsted-shag*), sowohl geschnitten als ungeschnitten, als Utrechter Sammt, Möbelplüsch, Teppich etc. zu Tischdecken, Möbelüberzügen, Fussboden- und Treppen-Decken vielfach und oft mit Mustern aller Art kombinirt vor. Unter den Teppichen mögen besonders erwähnt werden: Brüsseler Teppiche sind ungeschnittene Sammt-Teppiche mit kurzem Flor (Moquette, M. bouclée, M. épinglée, *Brussel carpets*); aufgeschnitten und mit längerem Flor heissen sie geschnittene Sammt-Teppiche, Velourteppiche, Plüsch-Teppiche auch Wilton oder Axminster-Teppiche (Moquette veloutée, Tapis de Tournay, *Wilton carpets*, *Axminster carpets*, *Velvet carpets*, *Cut-pile carpets*.)

5) **Gazeartige Stoffe.** Unter den Stoffen, welche nach Art der Gaze S. 676 aus Kammgarn hergestellt werden, ist die Barège der wichtigste. Gewöhnlich wird hierbei die Kette übrigens aus Baumwolle und nur der Schuss aus Kammgarn gewählt. — Auch das Beuteltuch S. 779 wird statt leinwandartig gazeartig gewebt.

B. Das Weben.

Zum Weben vorbereitet werden die Fäden der Kette durch Spulen, Schieren und Leimen, jedoch auch ungeleimt aufgebäumt und verwebt, wenn sie aus empfindlichen Farben gefärbt sind, oder wenn es nicht rathsam ist, das Gewebe zu waschen. — Der Schuss, welcher entweder als Kötzer geliefert, oder gespult wird, ist oft vor dem Einschiessen durch Dämpfen anzufeuchten.

Die Wahl des Webstuhls richtet sich nach dem Stoff, der entweder auf gewöhnlichen, zwei-, drei-, vier, etc. schäftigen Hand- oder Kraftstühlen

oder vermittelst einer Schaftmaschine oder durch eine Jacquard-Maschine mit Vordergeschirr, oder endlich durch einen Gaze-Stuhl hergestellt wird. — Die Kraftstühle sind gemeiniglich so konstruirt wie der auf Taf. II. S. 714 dargestellte, und je nach Bedürfniss mit Schäften, Schaftmaschine Jacquard und Wechsellade ausgestattet. Besondere Einrichtungen giebt man den Webstühlen für die Teppichweberei Teppichstuhl[1]).

6) **Die Nach- und Vollendungsarbeiten.** Der grösste Theil der Kammwoll-Gewebe ist vom Webstuhl genommen fertig und bedarf nur des Zusammenlegens und Messens. Die mit geleimter Kette gewebten werden in Breitwaschmaschinen gewaschen. Wieder andere, z. B. Kamelot, werden kalandert und gepresst. Stoffe mit glatter Oberfläche, Orleans, erhalten diese durch Sengen, Scheren, Pressen, Kalandern, so dass die Appretur Aehnlichkeit mit derjenigen hat, welche bei den Baumwoll-Stoffen angewendet wird, ausgenommen das Stärcken und Füllen. —

Viertes Kapitel.

Die Fabrikation der Seidenstoffe[2])

I. Eintheilung und Benennung.

Auch die Seide wird in unzähliger Mannigfaltigkeit und in allen Gewebearten verwebt, so dass die Seidenstoffe diesem gemäss in die oben S. 676 aufgestellten Klassen zerfallen.

A. Glatte Gewebe.

Tafft (Taffetas, *Taffeta*, *Taffety*), leinwand(tafft-)artiges Gewebe aus gekochter und gewöhnlich moulinirter Seide, mit den Unterabtheilungen nach der Schwere oder Zahl der gehaspelten Kokonfäden (S. 665): Futtertafft, Zeneltafft, Florence, Kleidertafft, sowie Marzellin (Marzelline) oder Doppeltafft. — Lüstrin. — Gros: hierunter begreift man im Allgemeinen die dichten schweren Taffte, welche feinkörniges, mitunter geripptes Ansehen zeigen. Insbesondere unterscheidet man Gros de Naples, Gros de Tours, Gros des Indes etc. — In der Appretur gewässert führt der Gros den Namen Moor oder Moir (Moiré, *Tabby*). — Seidenkamelot, ein Gros, dessen Kettfäden aus zwei Fäden von verschiedener Farbe gezwirnt sind. — Foulard, sehr leichter Tafft, dessen Schuss gewöhnlich Florettseidengarn und dessen Kette ungezwirnte Rohseide ist. — Stramin, Seidenstramin, Seidengaze, seidene Stickgaze (Stramine, Canevas), lockeres, glattes Gewebe aus Baumwollzwirn, welcher mit Seide übersponnen ist. — Krepp, ein lockeres Gewebe, welches durch eine besondere Zurichtung (Kreppen, Krausen, Crêper, *Craping*) eine krause Beschaffenheit erhält. Diese Zurichtung besteht im Bestreichen des mit warmem Wasser besprengten Gewebes mittelst Seehundsfell oder eines ähnlichen rauhen Körpers. — Mit Baumwoll- oder Kammwoll-Garn zusammen gewebt entsteht der Halbtafft, Halbflorence (Mi-florence), dessen Schuss Baumwolle; das Bastzeug, gewöhnlich farbig gestreift, ebenfalls mit Schuss aus Baumwolle; der halbseidene Kamelot, mit Schuss aus zweidrähtigem Baumwollzwirn; die Popeline (*Poplin*), mit Schuss aus feiner Kammwolle, auch Kaschmirwolle oder Florettseide. —

---

1) Berliner Verh., 1856. S. 210; 1857. S. 33, 234; 1858. S. 88. — Polyt. Centr., 1849. S. 1229; 1854. S. 785. — Wieck's Gew.-Zeit., 1862. S. 234, 332; 1864. S. 273.
2) W. Feldges, Anleitung zur Kenntniss der Seidenstoffe, Crefeld 1868.

B. Geköperte Gewebe.

Levantin, vierschäftiger Köper, so gewebt, dass die Kette, aus besserer Seide, die rechte Seite bildet. — Croisé, achtbindiger Köper, ebenfalls mit der Kette auf der rechten Seite; kommt aber auch beidrecht vor. — Seiden-Serge. — Drap de soie, sehr dicht und fest gewebter, 3, 4 oder 5 bindiger Köper. — Seiden-Bombasin. — Geköpertes Bastzeug, farbig gestreifter Köper. — Atlas (Satin), gewöhnlich 8 bindig, mit bester Organsinseide zur, auf der rechten Seite flottliegenden Kette (eigentlicher Atlas), mitunter zu sehr schweren Stoffen (Satin fors), 10 bindig. — Bastard-Atlas (Satin turc) fünfbindig. — Die geringsten Sorten Seidenatlas haben Baumwollgarn als Schuss.

C. Gemusterte Gewebe.

Die gemusterten Gewebe sind entweder einfarbig oder mehrfarbig und ausserordentlich verschieden, von den einfachen in Tafft- oder Köpergrund eingewebten Atlasstreifen bis hinauf zn den in beliebigen Farben glänzenden, mit Gold und Silbergespinnst durchzogenen Buntgeweben aller Art (Wappen, Namenszüge, Blumen, Arabesken, Landschaften, Portraits etc.) Die wichtigsten sind: Parisienne, fanzonirter Florençe, gemusterter Gros de Tours, mit kleinen Mustern. — Damast mit grösseren Mustern. — Krepon, Atlasfiguren auf Gros-Grund. — Brillantstoffe heissen im Allgemeinen die Produkte der Bunt-Weberei. — Broschirter Gros de Tours, Broschirter Atlas etc.; Goldstoff (Drap d'or), Silberstoff (Drap d'argent), auch Brokat genannt wird, durch den Namen bezeichnet.

D. Seiden-Sammte.

Der Seiden-Sammt, welcher nur mit Nadeln und zwar ein- oder vielfarbig, mit Figuren etc. gewebt wird, heisst ächter Sammt, wenn derselbe kurzhaarig, Plüsch, wenn er zwar einen langen aber noch stehenden Pol hat und Velpel (Hutfelpel), wenn die Fäden der aufgeschnittenen Noppen sich niederlegen.

E. Seiden-Gaze.

Die gazeartigen Seidengewebe liefern das Dünntuch, die Beutelgaze (seidenes Beuteltuch, Gaze à blutoir), Canevas en soie, Gazes de Paris, Gazes à tour anglais, welche besonders als Material für Siebe Verwendung findet[1]), und die Seidenbarège.

II. Das Weben.

Die Seidenweberei beruht, abgesehen von der ausgedehntesten Anwendung der Jacquard-Maschine und anderer Mustermaschinen, der besonders konstruirten Sammtwebstühle[2]) etc. insofern auf sehr einfacher Grundlage, als nur in seltenen Fällen, ausser der Vorbereitung der Kette durch Scheren (auch auf Maschinen[3]) noch ein Schlichten derselben stattfindet, weil darunter die Schönheit des Seidenfadens stets leidet. Ist man dennoch veranlasst, die Kettenfäden mit Schlichte zu überziehen, so darf man dazu nur schwache Lösungen von reinem Gummi arabikum oder Gummi Traganth nehmen.

Da in der Seidenweberei gewöhnlich Abroll-Schützen gebraucht werden, so ist das Schussgarn demgemäss zu spulen. Für schlichte Gewebe verwendet

---

1) Fr. Kick, Die Mehlfabrikation, Leipzig 1871. 2) Polyt. Centr., 1858. S. 585; 1863. S. 1422. 3) Dingler's Journ., Bd. 212. S. 24.

man im Grossen jetzt auch Kraftstühle neben Handstühlen, welche deshalb auch vielfach in Gebrauch sind, weil sie, namentlich bei sehr feinen Geweben, die Uebersicht erleichtern und besser Fehler vermeiden lassen.

III. **Nach- und Vollendungsarbeiten.**

Der grösste Theil der Seidengewebe erhält keine weitere Nacharbeit als das Messen und Falten. Namentlich gehören die gemusterten und schweren glatten Stoffe zu denjenigen, welche vom Stuhl genommen fertig sind. Nur diejenigen Gewebe, welche eine Pressung verlangen, unterwirft man wohl einer Einwirkung in einer Schraubenpresse, mitunter zwischen Pressspänen. — Im Uebrigen kommt bei leichten Tafften und Atlassen eine Appretur vor, welche ein Anfeuchten der Rückseite mit einer schwachen Lösung von Traganth-Gummi vermittelst breiter, weicher Bürsten oder Badeschwämme, (Gummiren, Mouiller) oder einer Art Stärkemaschine, Trocknen im Rahmen oder bei Anwendung der Gummirmaschine im Heisskalander besteht. Das Kalandern (Zylindriren, Lustrage) ertheilt zugleich Glanz. — Die Kalander[1]) nach Art der S. 757 beschriebenen Walzenkalander dienen ebenso zum Moiriren und Gaufriren, indem sie das mit Wasser besprengte Zeug, durch glatte oder auf der Oberfläche gemusterte Walzen, S. 758, ziehen. — Endlich ist als Nacharbeit das Sammtschneiden und das Ausschneiden, S. 675, bei brochirten Stoffen zu erwähnen.

1) Polyt. Centr., 1860. S. 1170. — Dingler's Journ., Bd. 156. S. 99.

Vierte Gruppe.

Papier-Fabrikation.[1])

Erster Abschnitt.

Allgemeines sowie Gewinnung und Eigenschaften der Materialien.

I. **Allgemeines.**

Unter Papier versteht man im Allgemeinen ein Kunstprodukt, welches in Blättern oder Platten von verschiedenen Grössen und sehr abweichenden Dicken, je nach dem Gebrauchszwecke, dadurch erzeugt wird, dass man irgend eine geeignete Substanz in kleine Fasern zertheilt, diese mit Wasser zu einem dünnen Brei anrührt, sie veranlasst, sich in möglichst unregelmässiger Weise durch einander zu legen und endlich durch Entfernung des Wassers zu einer dünnen, festen, zusammenhängenden Masse von überall gleicher Dicke vereinigt. Ist die Dicke dieser Blätter gering, etwa so, dass sie ein Falten und Knittern noch mit Leichtigkeit zulässt, so nennt man das Produkt Papier (Papier, *Paper*) im eigentlichen Sinne, während die dickeren Platten mit dem Namen Pappe (Carton, *Board*) belegt werden. — Die Güte dieses Fabrikates wird an verschiedenen Eigenschaften desselben erkannt und besonders nach seiner Festigkeit, Dauerhaftigkeit, Glätte und Farbe bestimmt, und ist um so grösser, je mehr diese Eigenschaften nach ihrem relativen Masse zusammentreffen. Die Festigkeit des Papiers ist der Widerstand, den dasselbe dem Zerreissen oder seiner rechtwinklig gegen die Fläche wirkenden Kraft, z. B. hervorgebracht durch den Stoss der Fingerspitze gegen ein ausgespanntes Papierstück, oder dem Einschneiden in die Ränder durch eine Schnur (bei Packpapier) darbietet, oder es ist die Haltbarkeit gegen das Zerknittern und

---

1) E. Hoyer, Artikel: Papier in Musprat-Kerl, Chemie, 2. Aufl. — C. Hoffmann, Handb. der Papierfabrikation, Berlin 1875. — L. Müller, Die Fabrikation des Papiers, 4. Aufl., Berlin 1877. — Karmarsch-Hartig, Technologie, Bd. II., S. 1420. — Le Normand, Manuel du fabricant de papiers, 2. T. Paris 1833. — G. Planche, De l'industrie de la papeterie, Paris 1853. — Dasselbe, deutsch von Rudel, Halle 1854. — Centralblatt für deutsche Papierfabrikation, Halle-Dresden 1850 bis 1877. — Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, Leipzig 1873. — Vétillart, Etudes sur les fibres végélales textiles, Paris 1876. — Prakt. Masch,-Constr., 1873. S. 229, 246, 264; 1874. S. 6, 23, 41, 52, 71. — Exner, Untersuchungen der Eigenschaften des Papiers, Wien 1864.

Falten. — Unter Dauerhaftigkeit versteht man die Eigenschaft des Papiers im Laufe der Zeit wenig Veränderung in Bezug auf seine Festigkeit zu erleiden.

Die Glätte bestimmt, abgesehen von anderen Eigenschaften, die Brauchbarkeit des Papiers zu bestimmten Zwecken. Es wird z. B. vom Schreibpapier für Stahlfedern eine Glätte erwartet, die grösser sein muss, als bei Schreibpapier für Gänsefedern, und Zeichenpapier soll selbst an der Oberfläche eine geringe Rauhigkeit besitzen. In gleicher Weise tritt die Farbe als Erkennungszeichen für den Werth eines Papiers zu einer bestimmten Verwendung auf, indem beispielsweise das feinste Schreibpapier sehr weiss und das gefärbte überall gleichmässig in Farbe sein soll.

Die Prüfung des Papiers auf seine Güte oder Brauchbarkeit bedingt grosse, nur durch längere Zeit zu erlangende Uebung, und lässt sich hier daher nur andeuten, weil Instrumente (Mikroskop, Papierfestigkeitsmesser u. s. w.) noch wenig zu der besagten Untersuchung dienen. Nichtsdestoweniger ist eine solche Prüfung von grosser Wichtigkeit, weil die Betrachtungen über die nothwendige Beschaffenheit die Ursachen derselben erklären und Anhaltspunkte für die Art der Herstellung, für die Wahl der Rohmaterialien etc. darbieten können.

Es ist bereits angeführt, dass das Papier eine Masse bildet, die aus kleinen Fäserchen besteht und die den festen Zusammenhang durch eine Art Verfilzung dieser Fäserchen, also durch die Kohäsion zwischen denselben erhält. Die Fäserchen und ihre Beschaffenheit bilden daher das Wesen der ganzen Papierfabrikation, für welche die Wahl des Fasermaterials von grösster Wichtigkeit ist.

Beim Zerreissen eines Papierstückes können die einzelnen Fasern entweder abgerissen oder auseinander gezogen werden. Je grösseren Widerstand sie in beiden Fällen bieten, je grösser ist die Festigkeit des Papiers. Den Widerstand gegen das Abreissen bildet die absolute Festigkeit der Fasern, der Widerstand gegen das Auseinanderziehen wird herbeigeführt durch die Kohäsion zwischen denselben. Die Kohäsion ist eine Folge der Adhäsion und der Reibung, welche die Fasern auf einander ausüben und wird erzeugt durch die Kraft, mit welcher die Fasern gegen einander gedrückt werden, sowie durch ihre Oberflächenbeschaffenheit; sie nimmt zu mit dieser Kraft und mit der Rauhigkeit der Oberfläche. Je mehr nun die Fäserchen sich in einander verschlingen und je näher sie sich berühren, je grösser wird die zwischen ihnen auftretende Reibung sein. Da aber nach Seite 513 die Zahl der Umschlingungen unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Länge der Fasern zunimmt, so folgt hieraus, dass man diese so gross als möglich lassen soll. Diesem gegenüber ist jedoch auch leicht einzusehen, dass, wenn die Kraft, die zum Ausziehen einer Faser anzuwenden ist, grösser wird als diejenige, welche die Faser zerreisst, dieser Kraftüberschuss auf die Festigkeit des Papiers ohne allen Einfluss bleibt. Hieraus geht demnach hervor, dass in gleicher Weise wie beim Garn dasjenige Papier die grösste Festigkeit besitzt, bei welchem die Kraft zum Ausziehen der Fasern gleich derjenigen ist, welche sie abreisst, und dass die Faserlänge in einem bestimmten Verhältnisse zur absoluten Festigkeit oder zur Dicke desselben stehen muss. — Mit der Dicke der Faser wächst nach einer Seite ihr Widerstand gegen das Zerreissen, nach der anderen Seite ihr Widerstand gegen das Zerknicken oder Brechen; es nimmt dann aber ihre Biegsamkeit ab und es vergrössert sich ihre Starrheit. Daher wird man, zur Vermeidung der letzten Uebelstände, in der Dicke beschränkt sein und um so mehr eine gewisse Grenze nicht überschreiten dürfen, weil

unter der thatsächlichen Voraussetzung eines runden Querschnitts zwischen den Fasern ein verhältnissmässig grösserer leerer Raum bleibt und die Masse dann ein nicht immer erwünschtes lockeres Gefüge erhält.

Nebst diesen Dimensionsverhältnissen haben aber auch andere Eigenschaften der Fasern, abgesehen von der Festigkeit, einen wesentlichen Einfluss auf die Beschaffenheit des Papiers. Sollen die Fasern sich leicht verschlingen, so müssen sie einen gehörigen Grad von Weichheit besitzen und damit sie in der ihnen durch Druck ertheilten Lage beharren, so dürfen sie keine zu grosse Federkraft haben, d. h. will man dichtes, glattes Papier erzeugen, so muss man Fasern wählen, die geschmeidig und wenig elastisch sind, während zu lockerem, wenig glattem Papier härteres elastisches Material zu verwenden sein wird. Ausserdem müssen die Fasern zu weissem Papier sich leicht bleichen lassen, von möglichst grosser Dauerhaftigkeit sein u. s. w.

Von solchen allgemeinen Gesichtspunkten aus kann man sich in der Wahl oder Auswahl des Fasermaterials für allgemeine oder besondere Fälle leiten lassen, weshalb zunächst die Kenntniss der für die Papierfabrikation zu verwendenden Materialien nebst ihrer Gewinnung und Verarbeitung von hervorragender Bedeutung sein muss.

II. Gewinnung und Eigenschaften der Papier-Materialien.

A. Lumpen.

Die Rohmaterialien, aus welchen durch mechanische oder chemische Mittel die zur Papierfabrikation zu bildenden Fasern hergestellt werden, sind in der überwiegendsten Menge dem Pflanzenreiche entnommen, weil die Pflanzen in ihrem Zellengewebe die Fasern zu dieser Verwendung enthalten und in genügender Masse liefern können. — Auch das Thierreich liefert zwar verschiedene Stoffe hierzu (Seide, Wolle, Haut etc.); diese haben aber wenig Bedeutung. Im Steinreiche ist bis jetzt nur eine Substanz gefunden, die zur Papierbildung sich nothdürftig eignet, nämlich der Asbest (Amiant, Federweiss). Das daraus erzeugte Papier ist jedoch nur als Seltenheit anzusehen, wenngleich es durch seine Eigenschaft, unverbrennlich zu sein, zu einiger Verwendung geeignet erscheint.

Die Fasermaterialien können entweder unmittelbar oder erst nachdem sie schon in anderer Form Dienste geleistet haben, also mittelbar für die Papierfabrikation gewonnen werden. Zu den letzteren gehören die Gespinnststoffe, welche als Gewebe, Stricke, Netze u. dgl. bis zur Untauglichkeit gebraucht sind. Namentlich die Gewebe liefern nicht allein das gebräuchlichste, sondern das werthvollste und geschätzteste Material, weil sie durch die Benutzung und die mehr oder weniger häufig vorkommende Reinigung mittelst Bleichens, Waschens etc. die Fasern in einem Zustande enthalten, welcher die Verarbeitung derselben sehr wesentlich erleichtert.

Man belegt diese letzteren Rohstoffe, wie sie beim Zuschneiden der Kleidungsstücke etc. als Abfälle entstehen, sowie die Ueberreste getragener Zeuge und sonst gebrauchter Gewebe etc. mit dem Gesammtnamen Lumpen, Hadern oder Stratzen (Chiffons, *Rags*). Sie stammen zum Theil aus dem Pflanzenreiche (Flachs, Hanf, Baumwolle), zum Theil aus dem Thierreiche (Seide, Wolle), und ihre Wichtigkeit als Hauptmaterial für die Papiererzeugung lässt sich am besten durch Betrachtung der Beschaffenheit der einzelnen Fasern begründen.

Was zunächst die Flachsfaser anbetrifft, so bildet sie, S. 495, als eine Zelle in dem, den Kern des Flachsstengels umgebenen Baste, eine runde

Röhre, die von der inkrustirenden Materie befreit und in isolirtem Zustande durchschnittlich einen Durchmesser von 0,014 mm. besitzt. An beiden Enden läuft sie spitz aus; ihre Oberfläche ist glatt und bewahrt auch diese Glätte nach dem Austrocknen des Zelleninhaltes, weil die Röhrenwand stark genug ist, um dieses, ohne einzuschrumpfen und unrund zu werden, zu gestatten. Die Faser selbst ist sehr biegsam und weich, wenig elastisch und von grosser Festigkeit. — Die Hanffaser unterscheidet sich von der Flachsfaser so wenig, dass ihre Beschaffenheit für den Zweck der Papierfabrikation damit gleich zu stellen ist. Im Flachs und Hanf (die man ihrer grossen Aehnlichkeit wegen mit dem Gemeinnamen Leinen belegt) sind mithin in hohem Grade die Bedingungen erfüllt, welche zur Herstellung des Papiers aufzustellen sind, weshalb die Leinenlumpen das hervorragendste Papierrohmaterial bilden.

Die Baumwollfaser, S. 469, ist zwar weich und sehr biegsam, aber ihre Weichheit ist mit einer grossen Federkraft verbunden. Ihre Festigkeit ist trotz des grösseren Durchmessers von 0,016 mm. viel geringer, als die der Leinenfasern. — Die Baumwollfaser kann demnach kein Papier liefern von solcher Güte wie die Flachsfaser. Das Baumwollpapier ist weniger glatt und fest, wegen der Elastizität der Fasern locker, weicher und dadurch Flüssigkeit einsaugender (löschender). Demnach aber ist sie ein schätzbares Material für die Papiere, deren Gebrauch eine solche lockere Beschaffenheit nicht verwirft (Packpapier), oder in gewissem Grade sogar erfordert (Druck- und Tapetenpapier).

Das thierische Haar (hier besonders die Wolle der Schafe) besitzt in der Gestalt und der Struktur, S. 499, noch viel weniger die Eigenschaften zur Bildung von Papier. Nicht hohl, bildet diese Faser ein steifes Stäbchen, welches auf der Oberfläche mit quer oder schief laufenden zahnartigen, wellenförmigen Streifen besetzt und in der Längenrichtung fein gefurcht und daher in hohem Grade verfilzungsfähig ist. Auch ihre Festigkeit ist bedeutend. Ihre Steifigkeit aber, gepaart mit grosser Härte und Federkraft, sowie ihre bedeutende (sehr veränderliche) Dicke macht sie nur fähig, mit anderen Lumpen vermischt, ein Papier von der schlechtesten Beschaffenheit zu liefern, indem dasselbe sehr locker, schwammig, auch wegen der, bei der Verarbeitung entstehenden, stumpfen Enden der Fasern rauh und unansehnlich wird. Ihre Anwendung beschränkt sich daher auf die gewöhnlichsten Packpapiere und Pappen.

Die Seidenfaser endlich eignet sich am wenigsten zur Papierbildung, weil sie rund, glatt und hart ist, wenig Adhäsion in der Masse annimmt und bei der übrigens schwierigen Verarbeitung zu kurzfaserig und stumpf wird. Ihre Verwendung ist daher nur zu den schlechtesten Packpapieren zu entschuldigen.

B. Lumpensurrogate.[1])

Wenn aus dem Vorhergehenden zur Genüge hervorgeht, dass die Leinen- und Baumwolllumpen Fasermaterialien liefern, die alle Eigenschaften zur Erzeugung von Papier in bester Beschaffenheit besitzen, so ist damit die Wichtigkeit derselben für diesen Industriezweig nachgewiesen und ein Suchen nach anderen Substanzen so lange ohne Bedeutung, als man jene in ausreichender Menge besitzt. Da dies jedoch nicht der Fall ist, indem nämlich erfahrungsmässig die Produktion, namentlich der Leinenlumpen, ausser Verhältniss zu der zur Papierfabrikation erforderlichen

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1860. S. 266; 1864. S. 384. — Dingler's Journ. Bd. 200. S. 159. — Polyt. Centr., 1861. S. 598.

Menge steht, so ist dadurch das Aufsuchen anderer Materialien nicht allein ein gerechtfertigtes, sondern sogar ein durch die Nothwendigkeit bedingtes geworden. Dabei kann es sich entweder um Stoffe handeln, die im Stande sind, die Lumpen ganz zu ersetzen, oder um solche, welche mit denselben vermischt Papier zu geben vermögen. Allein auf die Aufsuchung der letzteren kann es ankommen, indem ja eben die Lumpen nur für die Papierfabrikation Werth haben und ein Verdrängen derselben weder Absicht noch Wunsch sein kann. Eigentlich kann man sogar die Einführung anderer Stoffe als ein Mittel betrachten, die Leinenlumpen für die feineren Papiere zu gewinnen, indem man ihre Verwendung für Mittelpapiere etc. soviel als möglich beschränkt und für ordinäre Papiere ganz überflüssig macht.

Alle Stoffe, welche den genannten Zweck erfüllen sollen, werden Surrogate genannt, obwohl einige derselben mit vollem Recht als Material anzusehen sind. Sie gehören sämmtlich derjenigen Klasse von Rohmaterialien an, die besonders und nur zur Papierfabrikation vorbereitet werden, wodurch sie des Vortheils entbehren, der oben für die Lumpen angeführt ist und in der Vorbereitung zur Zerfaserung besteht. Die Lumpen sind ferner für die geringen Kosten des Aufbewahrens und des Sammelns zu haben, indem die Entstehungskosten von denjenigen getragen werden, die sie in Benutzung gehabt haben, während bei den anderen Materialien die Gewinnung der Fasern von Anfang an mit allen Kosten der Vorbereitung, bis zu dem Grade, in welchem die Lumpen sich befinden, noch neben dem Rohpreise des Materials zu bestreiten ist. Aus dem Bedürfniss erklärt sich die grosse Anzahl der Vorschläge und Angaben, welche die Fasergewinnung zwar ermöglichen, aber oft auf eine so komplizirte Weise, dass die Gestehungskosten grösser werden, als der Preis der Leinenhadern ist, obwohl es sich nur um Fasern für Mittelpapiere etc. handelt. Es giebt eine Menge Faserstoffe, die sich in ausgezeichneter Weise für die Papiererzeugung eignen und sicherlich Verwendung fänden, wenn sie zu entsprechend billigen Preisen die Fasern zu liefern im Stande wären. Vor allen gehören hierher diejenigen, welche in der Beschaffenheit dem Flachs und Hanf am nächsten kommen und deshalb stellenweise ausgedehnte Verwendung gefunden haben, wie z. B. der neuseeländische Flachs (Phormium tenax), der ostindische Hanf (Sunnhanf, Sunn, von Cortalaria juncea), der Manilahanf (Avaca, von Musa textilis, M. troglodytarum), der Juthanf, S. 497, oder Pahthanf (Jute, Dschut, von Corchorus capsularis), der Aloehanf (Pitehanf, von verschiedenen Agavearten), das chinesische Gras Tschuma, von Urtica nivea, U. utilis), das Pfriemengras (von Spartium junceum), das Sparto (Esparto, Alfa, von Stipa tenacissima) u. s. w. Namentlich aber sind es zwei Stoffe, welche vermöge ihrer physischen Eigenschaften und billigen Herstellung in dauernde Verwendung gekommen sind und zwar in solchen Mengen, dass man sie als wirkliches Papiermaterial ansehen muss: Holz- und Strohfasern.

1) **Holzstoff.** — Die Holzmasse ist der Hauptsache nach anzusehen als Zellulose, umgeben von der sogenannten inkrustirenden Materie (Harz, Gummi, Oel, Pflanzeneiweiss, Farbstoff, Gerbstoff und einigen Salzen). Je weniger von den letzten Substanzen in der Holzmasse vorhanden ist und je leichter sich die Faser davon trennen, sich die Zellulose rein erhalten lässt, je grösser ist ihr Werth für die in Rede stehende Verwendung. Namentlich eignen sich die europäischen Hölzer wegen ihres weniger dichten Gefüges und unter diesen wieder besonders: die Fichte, Kiefer, Pappel, Espe, Birke, Weissbuche zur Holzstoffgewinnung.

Die Fichte (Abies excelsa) liefert eine feine, weisse, biegsame, die Kiefer (Pinus sylvestris) eine feine, gelbliche, biegsame, die Pappel (Populus alba) eine sehr weise aber starre, die Espe (Populus tremula) eine weisse, starre, die Birke (Betula alba) und die Weissbuche (Carpinus betulus) eine kurze, schwere, starre, anfangs weisse, mit der Zeit aber sich röthende oder bläulich oder grau werdende Faser, so dass die Fichte vor allen Holzarten den Vorzug verdient.

Zur Gewinnung des Holzstoffes kann man zwei Wege einschlagen. Entweder zerfasert man das Holz durch mechanische Mittel oder man entfernt die zu umhüllenden Stoffe durch Zerstörung oder Auflösung vermittelst Einwirkung chemischer Agentien.

Bei der Anwendung mechanischer Mittel kommt es darauf an, von dem Holz einzelne Schichten von solcher Feinheit abzuarbeiten, dass sie leicht in die kleinsten Theile zerfallen. Indem hierzu kein besseres Mittel als der Schleifstein geeignet erscheint, so findet dieser auch die ausgedehnteste Verwendung zur Erzeugung von Holzzeug (Schleifen, Mahlen; Holzstoff-Schleiferei). — Im Wesen besteht daher ein solcher Schleifapparat (Defibreur) aus einem auf einer horizontalen oder vertikalen, 120 mm. dicken Stahlachse befestigten Schleifstein von 1300 bis 1400 mm. Durchmesser und 400 bis 450 mm. Breite, welcher sich mit 120 bis 150 Umdrehungen pro Minute dreht und gegen dessen zylindrische Fläche Holzstücke so angedrückt werden, dass sie dieselbe mit der Tangentenfläche, S. 34, berühren, weil nur bei dieser Lage Fasern abgerissen werden können. — Die Ausführung dieses Apparates kann nicht nur im Ganzen, sondern namentlich in den Einzelheiten höchst verschieden sein.[1]) In Bezug auf die Anordnung im Ganzen sind namentlich vertikale mit stehendem Stein und horizontale mit liegendem Stein zu unterscheiden. — Da der Apparat mit stehendem Stein durchgehends wegen seiner sicheren Befestigung vorgezogen wird, so mag hier eine ausführliche Beschreibung desselben (Völter's System) mit Hilfe der Fig. 534 genügen.

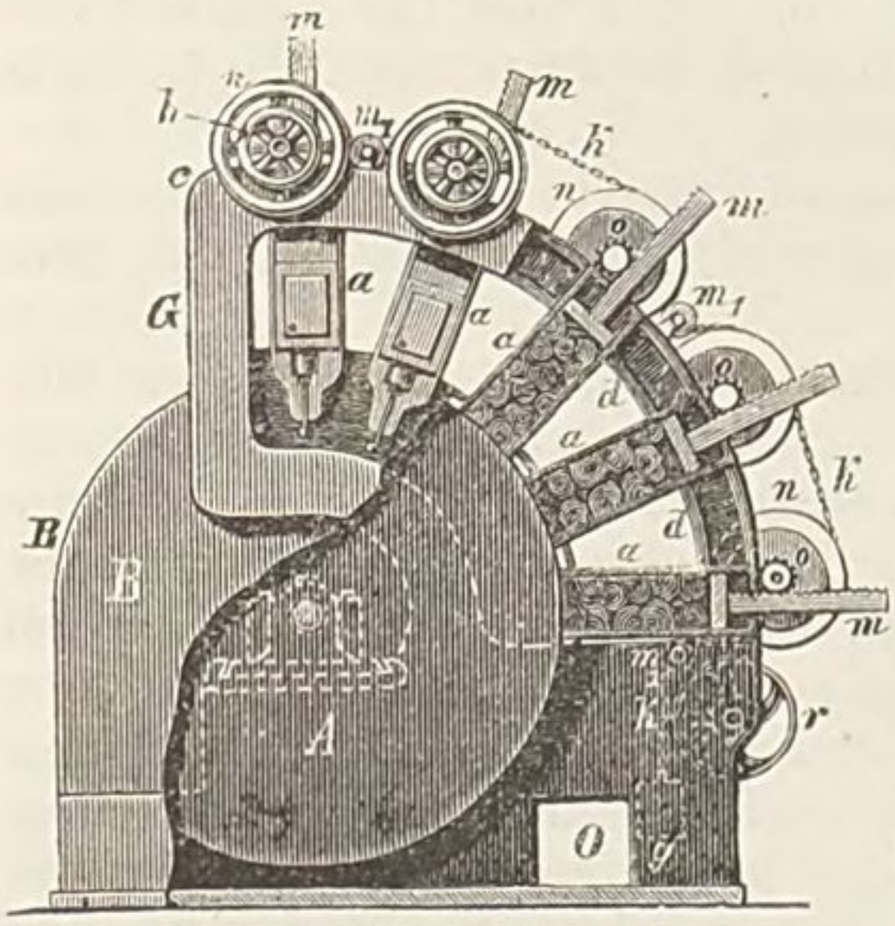


Fig. 534.

Der aus grobem, gleichförmigen Sandstein hergestellte und zur Vermeidung des Verschmierens und der Holzentzündung in einem Wassertrog B umlaufende Stein A ist an einem oberen Quadranten mit einem starken, gusseisernen Bogenstück c d umgeben, das auf den Rändern des Troges seine Befestigung und zur Aufnahme der Holzstücke 5 viereckige, radial zur Steinachse gerichtete Zellen a erhält. Das Anpressen des Holzes an den Stein muss mit grösster Regelmässigkeit und so geschehen, dass sich dieser Druck selbst regulirt. Da ein festgestellter, kontinuirlicher Vorschub demnach

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1864. S. 226; 1865. S. 17, 273. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1871. S. 499. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 19, 256; 1871. S. 128; 1873. S. 306; 1874. S. 101; 1876. S. 216. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1870. S. 172; 1874. S. 23. — Publ. ind., V. 19. S. 488. — Polyt. Centr., 1854. S. 791; 1855. S. 1455; 1857. S. 851; 1861. S. 1545; 1862. S. 622; 1863. S. 1093; 1864. S. 640; 1865. S. 1233; 1869. S. 756; 1870. S. 1604; 1871. S. 1264. — Dingler's Journ., Bd. 133. S. 351; Bd. 134. S. 257; Bd. 139. S. 155; Bd. 142. S. 397; Bd. 144. S. 362; Bd. 164. S. 270; Bd. 180. S. 328; Bd. 202. S. 114; Bd. 214. S. 1; Bd. 215. S. 31.

ungeeignet ist, so hat man hier ein auf sämmtliche in den Zellen sich befindende Presskolben gleichzeitig einwirkendes und sich regelmässig vertheilendes Gewicht g, statt der vielfach verwendeten Druckschrauben, hydraulischen Vorrichtungen etc. als Presskraft angeordnet, und zwar in der Weise, dass man dasselbe an einer Kette k befestigt, welche über die Kettenscheiben n, sowie Führungsrollen m, läuft und dadurch diese und die damit verbundenen Triebe o in Umdrehung setzt und die Zahnstangen m mit den, in den Zellen a sich verschiebenden Druckkolben niederpresst. Ein kleines Gegengewicht hält die Kette gespannt, wenn sie nicht als Kette ohne Ende und so eingerichtet ist, dass das Gewicht g fortwährend selbstthätig in die Kette eingehoben wird. — Damit der Stein gehörig anfasst, ist ein vollständiges Freihalten seiner Schleiffläche von Fasern erforderlich. Dies erfolgt nur zum Theil durch das Wasser im Trog B, weshalb ausserdem noch Spritzröhren angebracht sind, welche fortwährend unter starkem Druck Wasser auf den Stein spritzen. Ausserdem ist aus demselben Grunde die Steinoberfläche in 60 bis 80 mm. Entfernung mit etwa 6 mm. tiefen, unter 30° gegen die Steinkante geneigten Furchen versehen. — Um ferner nach dem Wegschleifen der Füllung einer Zelle diese wieder mit frischem Holz besetzen zu können, ohne die ganze Maschine in Stillstand zu bringen, sind die Kettenscheiben n mit den Wellen der Triebräder o nur durch eine Friktionskuppelung verbunden, welche durch die Handräder h gelöst und eingerückt werden kann. Nach der Lösung dieser Kuppelung lässt sich die Welle mit den Trieben o zurückdrehen, also der Kolben in die Höhe ziehen und seitwärts frisches Holz in die Zellen legen. — Endlich mag noch erwähnt werden, dass zum leichten Ausnehmen des Steines das Bogenstück c d über den Steinlagern gekröpft ist, dass sämmtliche Zellen durch Schrauben nachgestellt werden können, wenn der Stein an Durchmesser kleiner geworden ist und dass in dem Troge B seitwärts bei O Oeffnungen zum Austritt des Mahlgutes angebracht sind.

Eine Holzschleifmaschine nach vorstehender Beschreibung soll mit einem Kraftbedarf von 4 Pferdestärken in 24 Stunden 50 kg. trocken gedachtes Holzzeug liefern.

Wenn auch der Nachschub des Holzes so regulirt ist, dass in der Minute nur 4 bis 15 mm., also bei jeder Steinumdrehung $\frac{1}{36}$ bis $\frac{1}{10}$ mm. abgeschliffen wird, so reissen sie doch unvermeidlich Splitter und grössere Holztheilchen ab, welche, wenn sie nicht verloren gehen sollen, einer weiteren Verarbeitung unterworfen werden müssen, welche in einem Vermahlen auf einem Mahlgang besteht. — Ferner muss zum Zwecke seiner Verwendung das gemahlene Holz nach der Feinheit der Fasern sorgfältig sortirt und in vielen Fällen vom Wasser befreit werden. — Da endlich das zum Schleifen gelangende Holz zum Einlegen in die Zellen in geeignete Grösse und Form zu bringen ist, so wird das Mahlen noch von einer Vorbereitungs- und drei Nacharbeiten begleitet.

Zur Vorbereitung werden die gehörig von Rinde und anhängendem Schmutz gereinigten Stämme, Aeste etc. zunächst auf Kreissägen in Stücke von 100 bis 300 mm. Länge zerschnitten und dann auf einer Spaltmaschine, S. 259, so gespalten, dass alle harten Stellen (Knorren, Astansätze u. s. w.) zum Vorschein kommen. Darauf ist jedes Stück durch Ausbohren, Ausstemmen etc. von den harten Theilen zu befreien, weil diese nicht nur keine brauchbaren Fasern liefern, sondern sehr viel Kraft beim Schleifen verbrauchen.

Den zweiten Haupttheil des Apparates bildet der Verfeinerungsapparat oder Raffineur, der den Zweck hat, die gröberen Holztheile,

welche von dem Steine fallen, zu verfeinern. Er gleicht im Wesentlichen einem Mahlgange, wie er in der Mahlmühle vorkommt, und besteht aus zwei Steinen, die mit den Flächen gegeneinander arbeiten und wovon der Oberstein auf einer vertikalen Achse steckt und auf dem festliegenden Bodenstein vermittelst Riementransmission sich dreht. Die Art des Zusammenwirkens ist aber dem zu erzielenden Erfolge gemäss eine solche, dass die Fasern nicht in pulverförmiges Mehl verwandelt, sondern nur weiter auseinander gerissen werden, damit sie verfilzungsfähig bleiben. Richtig angeordnet und behandelt, bewirkt daher der Raffineur neben einer weitergehenden Zerfaserung noch Stoffverbesserung.

Es ist selbstverständlich, dass es unmöglich ist, das Holz durch Schleifen und Mahlen in eine Fasermasse zu verwandeln, worin alle Fasern vollkommen an Länge und Dicke gleich sind und daher die Nothwendigkeit des dritten Haupttheils der Maschine: des Sortirapparates[1]) (Epurateur) dargethan. Da nun ferner beim Schleifen schon die Hauptmasse in eine brauchbare Form gebracht wird und nicht mehr in dem Raffineur einer weiteren Bearbeitung unterworfen zu werden braucht, so muss auf dem Wege vom Defibreur nach dem Raffineur eine Sortirung stattfinden, wodurch der Sortirapparat in zwei, durch den Raffineur getrennte Theile zerfällt. Zum Sortiren dienen sogenannte Sortirzylinder. Diese Zylinder bestehen aus Reifen, welche mit Drahtgeweben überzogen und etwa 1 m. lang und von 0,3 m. Durchmesser sind; sie liegen mit horizontaler Achse in viereckigen hölzernen Kästen und drehen sich mit einer der Zeugproduktion angemessenen Geschwindigkeit. Auf oder gegen die Zylinderfläche fliesst, mit viel Wasser vermischt, das Zeug, so dass mit dem Wasser fortgerissen, die feineren Fasern in den Zylinderraum treten, um an den Endflächen heraus in einen anderen Kasten und auf einen anderen Sortirzylinder zu fliessen, während der auf der Zylinderfläche zurückgehaltene gröbere Theil von einer kleineren, etwa 0,17 m. im Durchmesser haltenden Walze abgenommen und von einem Schaber in den Sammelkasten geworfen wird. Hiernach wird die Einrichtung für das Sortiren durch folgende gedrängte Darstellung leicht zu verstehen sein. Aus dem Kasten unter dem Steine fliesst die Masse auf eine sehr grobe Siebtrommel zum Entfernen der gröbsten Theile; aus diesem Zylinder in einen Kasten, worin sich durch ein kurzes Verweilen die schweren Theile (Sand), vom Steine abgerissene Theile, zu Boden setzen. Aus diesem Kasten tritt der dünne Brei auf den zweiten Zylinder, auf dem die Theile zurückbleiben, welche weiter fort, dem niedriger stehenden Raffineur zugeführt werden. Die aus dem Ende des Zylinders heraustretende Masse geht um den Raffineur herum, durch Röhren nach einem Troge, um sich hier mit der vom Raffineur kommenden, feiner gemahlenen Masse zu vermischen. Aus diesem Troge läuft das gemischte Zeug auf den ersten Sortirzylinder zur Abscheidung des fertigen Zeuges Nr. 3; das durchgehende Zeug auf den zweiten Sortirzylinder zur Abscheidung von Nr. 2 und endlich das hier noch übrig bleibende auf den dritten Sortirzylinder, zur Entfernung des Wassers und der unbrauchbaren Holzstäubchen zur Erhaltung des feinsten Stoffes Nr. 1. Um im letzten Falle ein gewaltsames Hindurchtreiben der faserigen Masse zu vermeiden, fliesst das Zeug nicht oben auf den Zylinder, sondern es tritt ziemlich nahe am unteren Scheitel ein, wodurch es nur durch einen geringen hydrostatischen Druck gegen das Sieb gepresst wird. Die drei Zeugsorten, statt derer man übrigens in vielen Fällen nur zwei herstellt, werden besonders getrennt aufbewahrt

1) Prakt. Masch.-Constr., 1876. S. 265.

und getrennt mit Beimengungen vermischt verarbeitet. Die Grösse der Siebmaschen stellt folgende Tabelle dar:

1. Zylinder:	=	2,2	Oeffnung	auf	1 qcm.	(4	Oeffnung	auf	25 mm.)
2. «	=	4	«	«	«	(5	«	«	«)
3. «	=	23	«	«	»	(12	«	«	«)
4. «	=	100	«	«	«	(25	«	«	«)
5. «	=	196	«	«	«	(35	«	«	«)
6. «	=	6400	«	«	«	(200	«	«	«)

Hierzu mag bemerkt werden, dass der Zylinder 1 auch wohl durch ein flaches Sieb von 0,6 m. Länge und Breite und 0,15 m. Tiefe mit Schüttelvorrichtung ersetzt wird. Der ganze Apparat bedarf einer Triebkraft von 4 Pferdestärken auf 50 kg. fertiges Zeug pro 24 Arbeitsstunden, und wird konstruirt bis zu 50 Pferdestärken, womit dann in 24 Stunden 600 kg. Holzstoff hergestellt werden können. Uebrigens lässt sich das Produktionsquantum noch bedeutend erhöhen, namentlich wenn es sich um Herstellung solcher Fasern handelt, die zu grobem Papier verarbeitet werden sollen, indem dann der Raffineur ausser Wirksamkeit kommen kann.

Da, wie schon an mehreren Stellen dieses Buches angegeben wurde (S. 33, 464, 477), die inkrustirende Substanz des Holzes sowohl, als auch die vorhandenen Harze, Oele u. s. w. durch Gährung oder durch Säuren und verschiedene Salze zerstört oder durch Behandlung mit Laugen aufgelöst werden können, so sind auch damit die Mittel gekennzeichnet, welche zur Gewinnung der reinen Zellulose auf chemischem Wege zu benutzen sind. Von den drei Hauptverfahrungsarten kann die erste (das Rotten)[1]) und die zweite (Behandlung mit anderen zerstörenden Mitteln: Säuren, Salzen, Chlor etc.)[2]) hier deshalb übergangen werden, weil sie der dritten (Auflösen durch Laugen) gegenüber von geringer Bedeutung ist.

Die dritte Methode,[3]) welche von hervorragender Wichtigkeit ist, beruht auf der Eigenschaft der Alkalien, die Zellen-Umhüllungssubstanzen aufzulösen. Da diese auflösende Wirkung im Allgemeinen abhängt von der Beschaffenheit der Lauge, von der Durchdringlichkeit des Holzes und von der Temperatur, bei welcher der Prozess stattfindet, so sind auch die drei Hauptfaktoren bekannt, mit welchen bei diesem Prozess zu rechnen ist.

Die Lauge wird fast ausschliesslich aus Aetznatron bereitet, entweder durch Behandlung von Sodalösung mit Kalk oder durch direktes Auflösen in Wasser in einer Konzentration von 10 bis 12° Beaumé (40 bis 50 gr. auf 1 l.) weil sie bei diesem Gehalt erfahrungsmässig genügend einwirkt.

Damit die Lauge schnell und sicher in die Poren des Holzes einzudringen vermag, ist es zunächst erforderlich, dass der hierbei zu durchlaufende Weg kein grosser ist. Aus diesem Grunde wird das gehörig von Rinde befreite und gereinigte Holz quer gegen die Fasern in Scheiben von 10 bis 15 mm. Dicke geschnitten. Das Eindringen kann ferner wesentlich unterstützt werden durch Oeffnen der Poren vermittelst Wärme, besonders aber durch einen auf die Flüssigkeit ausgeübten Druck. Weil Wärme und Druck ausserdem die Auflösung in hohem Grade beschleunigen, so ist es allgemein üblich geworden, die Isolirung der Zellulose mit erwärmter Lauge

---

1) Dingler's Journ., Bd. 194. S. 87; Bd. 199. S. 431. 2) Dingler's Journ., Bd. 164. S. 464; Bd. 172. S. 238; Bd. 185. S. 313; Bd. 220. S. 479, 564. 3) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1876. S. 261. — Prakt. Masch.-Constr., 1873. S. 254. — Polyt. Centr., 1864. S. 1456; 1872. S. 1098; 1873. S. 111. — Dingler's Journ., Bd. 194. S. 256; Bd. 196. S. 571; Bd. 201. S. 157; Bd. 204. S. 341; Bd. 206. S. 235; Bd. 208. S. 316; Bd. 219. S. 367, 428, 549; Bd. 220. S. 81, 257, 354; Bd. 222. S. 354.

und unter Druck, d. h. mit gespanntem Dampfe, in besonderen Kesseln vorzunehmen. — Die Spannung in den Kesseln beträgt je nach dem Verfahren 6 bis 14, im Durchschnitt 11 bis 12 Atmosphären und fordet demnach, zur Vermeidung von Explosionen, höchst sorgfältig gebaute Kessel. In der Regel wird die Dampfbildung im Kochkessel selbst erzeugt und dieser daher direkt dem Feuer ausgesetzt. Um dann das Anbrennen des Holzes und die dadurch entstehende Gefahr zu vermeiden, konstruirt man die Kessel gewöhnlich und zweckmässig so, dass sich in dem eigentlichen Kessel ein zweiter mit durchlöcherten Wänden befindet, in welchen man das Holz einträgt, und der mit dem äusseren Kessel durch Stehbolzen verbunden ist. — Die Kesselkonstruktion und die ganze Kochanlage kann ausserdem jedoch sehr verschieden sein, je nachdem die Kessel liegen oder stehen, direkt oder mit Dampf geheizt werden und je nachdem die Behandlung des Holzes mit einer einzigen Lauge, oder nach dem Prinzipe der kontinuirlichen Auslaugung stattfindet.

Eine vielfach bewährte Anlage mag mit Hilfe der nachstehenden Fig. 535 erklärt werden. Ein aus sehr starkem Eisenblech konstruirter Doppelkessel H, mit Stehbolzenverbindung und von etwa 1,3 m. Durchmesser, ist in der Weise stehend eingemauert, dass die in dem Feuerraum F sich entwickelnde Flamme um die Schutzmauer a in den Raum c zwischen Kessel H und Mauer M gelangt und durch schraubenförmig verlaufende Zungen gezwungen wird, den ganzen Kessel spiralförmig zu umziehen. Der zylindrische, etwa 3,75 m. lange Kesseltheil wird oben durch einen Kegelstutz o und abnehmbaren Dom zum Einbringen der Holzscheiben, unten durch einen Kegelstutz mit Ansatz C und Verschluss zum Ausnehmen des gekochten Holzes und Rohr r zum Ablassen der Lauge abgeschlossen. — Zum Hereinbringen der Lauge dient ein kleiner horizontaler Kessel e, der durch das Rohr $o\,o_1$ mit dem Dampfraum des Kochers in Verbindung steht, so dass nach Oeffnen der Hähne durch das unten einmündende Rohr n die Lauge in den Kochkessel abfliesst. — Bei einer Dampfspannung von 12 bis 14 Atmosphären ist die Kochung gewöhnlich in 5 bis 6 Stunden beendigt und das Holz vollständig in Fasern zerlegt.

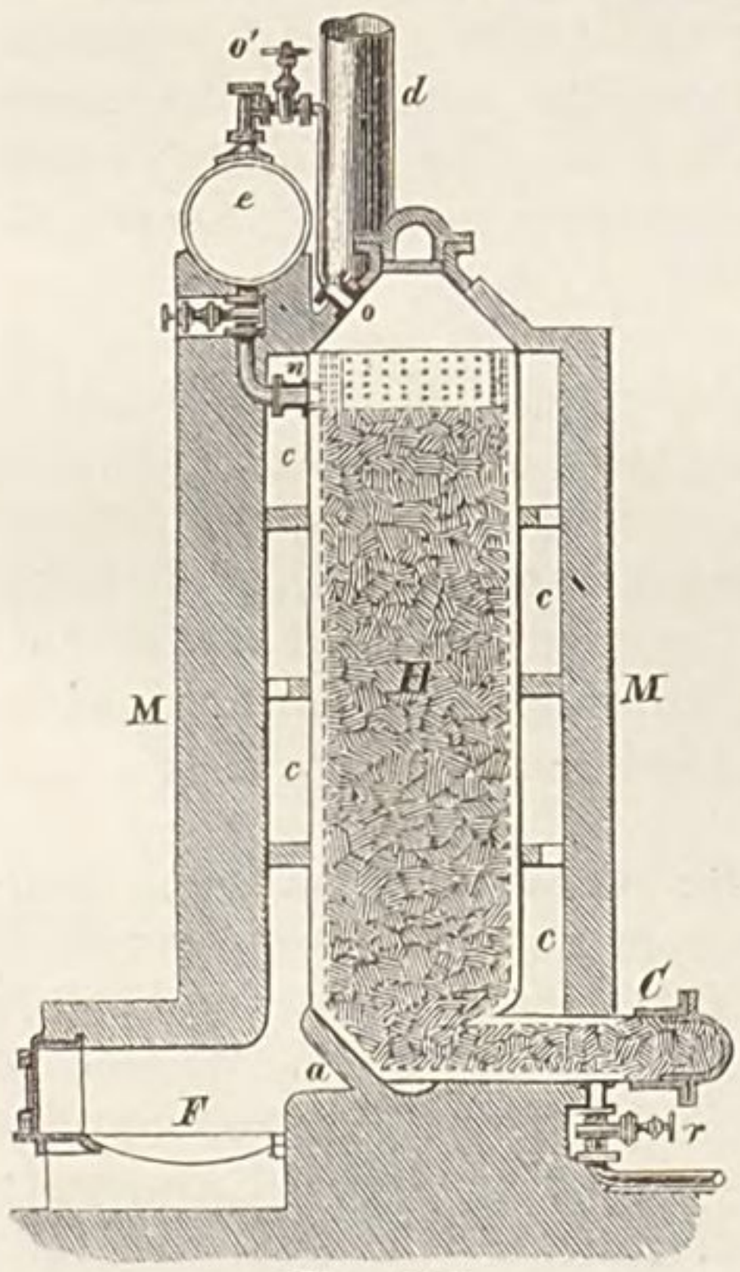


Fig. 535.

Die Zertheilung des Holzes in Scheiben von 10 bis 15 mm. Dicke durch Sägen hat einen so bedeutenden Abfall zur Folge, dass man viel häufiger besondere Hackmaschinen[1]) anwendet. — Entweder werden dieselben nach dem Prinzip der Gehrungsschneidlade, Fig. 281, S. 249, gebaut und bestehen aus einem mit grosser Kraft schräg niedergehenden Messer, welches eine sichere Führung etwa in der Weise wie die Parallelscheren, S. 225, erhält. — Oder sie erhalten als wesentlichen Theil eine schwere gusseiserne Scheibe von 1,5 bis 2,0 m. Durchmesser, welche wie ein Schwungrad auf einer horizontalen Welle steckt, an einer Seite in der

1) Deutsch. Ind.-Zeit., 1875. S. 502. — Dingler's Journ., Bd. 215. S. 399.

Nähe des Umfanges 4 Stahlmesser von 300 bis 400 mm. Schneidlänge in fast radialer Stellung trägt und sich mit 200 Umdrehungen in der Minute dreht. Das Holz wird in einem schrägen Kanal durch Druckkolben und Zahnstange den Messern zugeführt und durch diese so schnell zerschnitten, dass eine solche Maschine täglich 50000 kg. Scheiben liefert. — Eine weitere sehr günstige Vorbereitung erfahren die schräg geschnittenen Holzscheiben oft noch dadurch, dass sie ein eisernes Walzwerk passiren.

2) **Strohstoff.**[1]) — Die in den Stengeln der Zerealien (Stroh) auftretenden Zellen oder Fasern sind im isolirten Zustande dünn, kurz, brüchig und glatt, so dass sie für sich verarbeitet ein zerbrechliches, sprödes, steifes Papier liefern. Da sie andererseits anatomisch grosse Aehnlichkeit mit den Holzzellen haben, so beruht die Gewinnung der Strohfasern auf denselben Grundsätzen, welche bei der Erzeugung der Holzzellulose leitend sind. Im Allgemeinen löst sich aber die inkrustirende Substanz der Strohfaser leichter und deshalb genügt es, das gehörig gereinigte Stroh auf einer gewöhnlichen Häckselmaschine in Häcksel von 20 bis 30 mm. Länge zu zerschneiden und dann in einem Kessel (wie sie zum Kochen der Lumpen benutzt werden) bei 3 bis 4 Atmosphären Druck und mit einer Lauge zu kochen, welche etwa 3 % Aetznatron enthält und wovon so viel zugesetzt wird, dass auf 100 kg. Stroh etwa 8 kg. Aetznatron kommen. Bei einem Druck von 3 Atmosphären genügt durchschnittlich eine Kochung durch drei Stunden hindurch, nach welcher die Strohmasse aus dem Kessel gelassen vollständig isolirte Fasern zeigen muss.

Sowohl die Holzzellulose als der Strohstoff bedürfen nach der Herstellung einer gehörigen Waschung, um sämmtliche aufgelösten Theile zu entfernen. Da diese Waschung zum Theil derjenigen der später zu erwähnenden Lumpenwaschung gleich ist, namentlich aber deshalb, weil damit zugleich die Wiedergewinnung der Alkalien verbunden wird, oft bedeutende, dem Gebiete der chemischen Technologie angehörende Vorrichtungen nothwendig werden, so kann hier nur darauf hingewiesen werden.

In manchen Fällen, z. B. zum Zwecke der Versendung, ist ein theilweises oder vollständiges Entwässern des Holz- oder Strohstoffes erforderlich. Damit jedoch die später wieder nothwendige Vertheilung leicht von Statten geht, soll es zweckmässig sein, dem Stoff noch 50 bis 60 % Wasser zu lassen. Dann genügt ein Auspressen desselben in einer Schraubenpresse zwischen Presstüchern von grober Leinwand. — Auch wird zum Entwässern zweckmässig eine Art Papiermaschine benutzt, welche den Stoff, ebenfalls mit 50 bis 60 % Wasser, in eine Pappe verwandelt.

Endlich müssen die Holz- und Strohfasern sehr oft einem Bleichprozess unterworfen werden, um ein weisses Ansehen zu gewinnen. — Da es bis jetzt nicht gelungen ist, das noch mit der inkrustirenden Substanz versehene Holzzeug (gemahlenes Zeug) zu bleichen, so beschränkt sich die Entfärbung, deren Ausführung wesentlich mit dem Bleichen der Hadern übereinstimmt, wesentlich auf Zellulose und Strohstoff. Weil ferner das gemahlene Holzzeug aus ziemlich steifen Fasern besteht, die bei der Einwirkung des Lichtes auf die inkrustirende Substanz eine ungünstige Farbenveränderung erleiden, indem sie braun werden, während Zellulose und Strohstoff diese Eigenschaften nicht besitzen, so giebt man namentlich dem auf chemischen Wege dargestellten Holzzeug bei der Verwendung den Vorzug.

1) Polyt. Centr., 1859. S. 222; 1860. S. 331. — Dingler's Journ., Bd. 154. S. 309; Bd. 200. S. 322; Bd. 216. S. 175.

Zweiter Abschnitt.

Erzeugung des Papiers.

Aus der oben gegebenen Erklärung über die Bildung des Papiers durch eine Art Verfilzung feiner Fasern geht zunächst hervor, dass die Erzeugung dieses Produktes in zwei Haupt-Operationen zerfallen muss, in diejenige, welche die Anfertigung dieser feinen Fasern bezweckt und in diejenige, welche diese Fasermasse (Zeug, Stoff, Papierzeug, Pâte, *Stuff*) so vertheilt, anordnet und behandelt, dass die genannte, zusammenhängende Fläche entsteht.

Erstes Kapitel.

Darstellung des Zeuges.

Bei der Betrachtung der für die Papierfabrikation dienlichen Rohmaterialien, namentlich der Lumpen, ist sofort zu erkennen, dass diese sehr verschiedenen Operationen und auch abweichender Behandlung unterworfen werden müssen, wenn die Aufgabe gelöst werden soll, aus ihnen ein in Farbe, Textur etc. gleichmässiges Fabrikat herzustellen. Namentlich folgt auch hieraus, dass es erforderlich ist, die Rohmaterialien von allen denjenigen Theilen zu trennen, welche entweder der Papierbildung im Allgemeinen hinderlich sind (Verunreinigungen etc.), oder die Gleichmässigkeit beeinträchtigen (Farbe der Stoffe etc.). Ferner geht aus der, für die Papierbildung in ungleichem Grade vorhandenen Brauchbarkeit und der dadurch bedingten Werthverschiedenheit die Nothwendigkeit hervor, die Rohstoffe nach den einzelnen Bestimmungen zu sondern (zu sortiren).

Danach handelt es sich bei der Zeugbereitung dem Wesen nach um dreierlei:

1) um das Sortiren,
2) um das Reinigen,
3) um das Zerkleinern.

I. Sortiren der Lumpen.

Die Eigenschaften, welche oben den verschiedenen Pflanzenfasern nachgewiesen sind, gelten natürlich nur für die Faser im isolirten Zustande als einzelne Zelle. In solchem Zustande ist die Faser durchschnittlich in den Lumpen fast gar nicht vorhanden, sondern zum Zwecke der Papiererzeugung erst in einen solchen Zustand und oft noch über denselben hinaus (was die Lumpen anbetrifft) zu bringen. Nichts destoweniger aber besteht in den Lumpen schon die Annäherung an denselben, wenngleich in höchst verschiedenem Grade. Dieser Annäherungsgrad hängt ab von der Behandlung des Fasermaterials vor dem Verspinnen zu Garn und dann auch namentlich von der Behandlung der fertigen Gewebe. Die Leinenfasern z. B., als die wichtigsten für die Papierfabrikation, werden (S. 477) durch theilweise Zerstörung der, die einzelnen Zellen selbst zusammen klebenden, Materie vermittelst der sogenannten Rotte in langen einzelnen Fäden, die aus einer grossen Anzahl solcher Elementarfasern

bestehen, als Material zum Spinnen gewonnen, und durch weitere Zertheilung vermittelst Hechelns zum Spinnen vorbereitet. Diese Vorbereitung geht um so weiter, je feiner das Garn, und das Gewebe daraus werden soll, indem es eben so wenig möglich ist, z. B. aus demjenigen Material, aus welchem man sehr gutes Garn für Sackleinwand spinnt, das Garn für Brüsseler Spitzen zu erzeugen, als man andererseits aus dem für den letzten Zweck zubereiteten Material keine Sackleinwand herzustellen im Willen haben kann. Hieraus folgt, dass im Allgemeinen in den feineren Leinengeweben der erwähnte Annäherungsgrad ein grösserer ist, als in den gröberen. Die selbst in den mehrsten Fällen noch in den Geweben vorhandene Materie, welche die Elementarfasern zu grösseren Fasern verklebt, wird durch alkalische Laugen zerstört; demnach führt eine Behandlung mit solchen Laugen auch eine Annäherung an die Isolirung der Elementarfasern herbei. Desgleichen wird der Zusammenhang durch Bleichprozeduren sehr gelockert, also auch dadurch ein ähnlicher Erfolg erzielt. Da nun die feineren Gewebe durch das häufig wiederholte Waschen mit Seife der erwähnten Behandlung mit Laugen am meisten unterworfen und auch gewöhnlich vollständig gebleicht werden, was beides nicht mit den groben Geweben der Fall ist, so folgt aus allem diesem, dass die ältesten, feinsten Leinenlumpen das vorzüglichste Papiermaterial liefern werden, und dass von diesem ausgehend sich je nach den hervorgehobenen Eigenschaften unzählige Abstufungen bilden müssen, die demgemäss in der Papiererzeugung einer weitergehenden, anderen Vorbereitung bedürfen und zum sorgfältigen Sortiren veranlassen, so dass dem eigentlichen Mischen des Stoffes, welches in der Vermengung der Fasern nach Qualität und Quantität besteht (wie weiter unten folgt) das Sortiren (Triage, Délisage, *Sorting*)[1]) vorangeht.

Die Arbeit des Sortirens besteht demnach einfach in der Trennung der Lumpen überhaupt, nach dem Werthe, den sie für die Papierfabrikation besitzen, also zunächst nach den Stoffen, woraus sie gewebt sind (Leinen, Baumwolle, Wolle, Seide), dann nach der Farbe, die sie besitzen (blau, roth etc.), und endlich namentlich bei den Leinenlumpen in der Trennung nach dem Zustande, in welchem die Fasern darin vorhanden sind.

In Bezug auf den letzteren Punkt kann man die ungefärbten Leinenlumpen in folgende vier Gruppen bringen:

Erste Gruppe. Gröbste Flachs- und Hanfgewebe. Die Faser ist unverfeinert geblieben und besitzt noch den grössten Theil der ursprünglich vorhandenen Pflanzenstoffe (Harze, Schleim etc.). Das Material zu diesen Geweben war ein Garn aus roh zubereitetem, wenig gehecheltem Leinen.

Zweite Gruppe. Bessere aber ungebleicht gebliebene Flachs- und Hanfgewebe. Die Faser ist bedeutend verfeinert, frei von Schäbe, heller von Farbe und besitzt auch weniger von den ursprünglich vorhandenen Pflanzenstoffen. Material: Garn aus gut gehecheltem Leinen.

Dritte Gruppe. Mittelfeine, äusserlich durch den Gebrauch entfärbte (halbgebleichte) Flachs- und Hanfgewebe. Die äusseren Faserschichten sind frei von Harz etc., sowie weiss von Farbe, die inneren dahingegen noch im rohen Zustande. Material: Garn aus gut zubereitetem, vollständig schäbefreiem Leinen.

Vierte Gruppe. Alle schon neu gebleichte Flachs- und Hanfgewebe. Ihre Fasern sind durch häufiges Hecheln aufs feinste zer-

---

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1867. S. 29.

theilt, von Harz etc. ganz befreit, und durch Bleichen etc. durch und durch weiss, und im höchsten Grade geschmeidig, weich und fein. Material: Garn aus vollständig ausgehecheltem Leinen.

Zu der ersten Gruppe gehören die Sack- und Packleinen, sowie auch alte Taue, Stricke und das bei der Spinnerei in Abfall gehende Werg. Man nennt sie Packhadern wegen ihrer Verwendung zu Packpapieren und den grauen Papiersorten, welche wenig Ansehen aber bedeutende Festigkeit haben. Desgleichen ist es ein ausgezeichnetes Material zu Pappe. Nur mit Aufwendung von verhältnissmässig viel Zeit und Arbeit kann man sie veredeln.

Die Hadern der zweiten Gruppe sind zwar viel fügsamer und der Verfeinerung leichter fähig, die Bleiche erzielt aber keine anhaltende und schöne Weisse. Dennoch benutzt man sie zu Konzeptpapier und den farbigen Papieren, wesshalb sie den Namen Konzepthadern führen. Das Papier, nicht mehr grob, sondern dichter, ohne jedoch die Klarheit und Zartheit der Oberfläche und im Durchsehen zu bekunden, welche den feineren Papieren eigen ist. Das Hauptmaterial liefert das sogenannte Futterleinen, Segeltuch und die groben Drelle.

Der dritten Gruppe gehören diejenigen Gewebe an, welche den Uebergang zu den schon neu gebleichten Leinengeweben bilden. Beim Zerfasern derselben vermengt sich das Innere, noch grau gebliebene, mit dem äusseren bereits Gebleichten, wodurch die Masse selbst noch grau bleibt, und alle mechanischen und chemischen Hilfsmittel zur Erzielung einer schönen, andauernden Weisse in Anspruch nimmt. Grobe halbgebleichte Drelle (feinere Hosendrelle) und Leinwand liefert diese Hadern. Man verwendet sie zu den sogenannten Kanzlei- und Mittelpapieren, sowie zu den feineren farbigen und nennt sie ihres Hauptverbrauchs wegen Kanzleihadern.

Die vierte Gruppe endlich liefert diejenigen Hadern, welche am wenigsten Mittel zur Zertheilung, und zur Erzeugung höchster Weisse nur der Nachbleiche bedürfen. Fein und geschmeidig besitzen ihre Fasern die höchste Verfilzungsfähigkeit, also die Eigenschaft zur Herstellung der feinsten Papiergattungen, der sogenannten Postpapiere, weshalb sie auch Posthadern genannt werden. Zu diesen Hadern gehören die Abfälle derjenigen Gewebe, die schon gebleicht waren, ehe sie in Gebrauch genommen wurden und die durch den Gebrauch grosse Mürbigkeit und Weichheit angenommen haben, also: die Leibwäsche innerhalb einer gewissen Feinheit, feine Drelle (Tischwäsche, feine Handtücher etc.).

Es liegt in der Natur der Sache begründet, dass allmähliche Uebergänge zwischen diesen aufgestellten Gruppen nicht allein, sondern auch innerhalb einer Gruppe stattfinden müssen, so zwar, dass die zusammenliegenden Grenzen zweier Gruppen sich vielleicht ebenso nahe stehen, als die äusseren Grenzen einer Gruppe von einander entfernt sind, wesshalb eine weitere Theilung leicht möglich wird. Eine solche Theilung ist aber auch nöthig, und dadurch begründet, dass man bei Herstellung der so verschiedenen und verschiedenartigen Papiere genöthigt ist, nach der Verschiedenartigkeit die Masse aus verschiedenen Hadern zusammenzusetzen, weil in der Regel von einer Sorte nicht genügend zur Verfügung steht, namentlich bei der Herstellung mittelst der Maschine. Wenn man aber dabei in Betracht zieht, dass die Mischung nur nach dem Grundsatze stattfinden darf: allein möglichst Gleichartiges zu mischen, so erklärt es sich, weshalb die oben aufgeführte Gruppirung nicht genügen kann. Der eben erwähnte Mischungs-Grundsatz liegt zum Theil in der

Papierbildung als solcher, zum Theil aber auch wird er die Bedingung für den guten Erfolg der Vorarbeiten. Diese bestehen unter Anderen in der Entfärbung und der Zerfaserung. Die Entfärbung geschieht durch das Bleichen mit Chlor. Das Chlor hat aber bei langer Einwirkung einen schädlichen Einfluss auf die Faserfestigkeit, weshalb das Bleichen grosse Vorsicht erheischt, und in Bezug auf die Zeit, während welcher die Einwirkung dauert, das Minimum inne zu halten ist. Wenn mithin die der Bleiche ausgesetzten Fasern von verschiedener Beschaffenheit in Dicke, Farbe etc. sind, so werden die feineren, weissen Fasern eher gebleicht, sein, als die gröberen oder mehr gefärbten und so lange dem schädlich wirkenden Chlor ausgesetzt, bis auch diese entfärbt sind, wobei ihre Festigkeit in bemerkbarer Weise beeinträchtigt werden kann. Es ist demnach zur Vermeidung dieses Uebels erforderlich, eine Masse von möglichst gleich beschaffenen Fasern der Chloreinwirkung zu unterwerfen. — Die Zerkleinerung der Lumpen geschieht in zwei unterschiedenen Hauptoperationen: der Zerfaserung zur Bildung des sogenannten Halbzeuges, und der Zerfeinerung zur Ganzzeugbildung. Man bewirkt sie jetzt fast ausschliesslich durch den Holländer, welcher durch eine scherenartige Wirkung so lange die Lumpen bearbeitet, bis der erwünschte Zerfaserungs- und Zerfeinerungsgrad erreicht ist, wozu die Lumpen immer von Neuem der zerfasernden Wirkung ausgesetzt werden. Indem nun dabei angenommen werden kann, dass jedes Lumpenstück gleich oft und gleich viel der Zermalmung anheimfällt, so ist klar, dass bei ungleicher Beschaffenheit feinere, leichter zu zertheilende Hadern schon den nöthigen Grad der Zerfaserung oder Verfeinerung erhalten haben, wenn die gröberen noch der Bearbeitung bedürfen. Während der Zeit, wo auch diese die erwünschte Beschaffenheit erlangen, gehen jene über den Feinheitsgrad hinaus, und das Endresultat ist nicht eine Masse von der nothwendigen Gleichförmigkeit. Beim Mahlen zum Ganzzeug ist hiermit sogar ein bedeutender Verlust an Zeug verbunden, weil der zuletzt zu Pulver vermahlene Antheil papierbildungsunfähig und fortgewaschen wird. Wenn man aber bei diesem Prozesse darauf Bedacht nimmt, immer nur Hadern von möglichster Gleichartigkeit zusammen zu bearbeiten, so sind die hervorgehobenen Gefahren beseitigt. Dass dann auch solche Hadern, welche von verschiedener Feinheit sind, im Ganzzeugholländer gemischt werden können, wenn sie einzeln für sich im Halbzeugholländer auf den gleichen Grad der Zerfaserung gebracht sind, bedarf keiner ausführlicheren Erörterung, und ebenso wenig braucht erwähnt zu werden, dass hierin das Mittel liegt, aus Hadern von, natürlich nicht gar zu grosser Verschiedenheit gleichförmiges Papier zu erzeugen. Immerhin ist jedoch dieser Stoffmischung die grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Indem hieraus die Nothwendigkeit einer weiteren Sortirung innerhalb der aufgestellten vier Gruppen zur Genüge hervorgeht und ausserdem noch die Trennung der Lumpen nach Farbe und Stoff erforderlich wird, so entsteht die eigentliche Lumpenskale, die zwar nach mancherlei Umständen mehr oder weniger Zahlen (mitunter 100), für gewöhnliche Zwecke aber folgende 17 enthält.

A. Flachs- und Hanfgewebe.

1) Die wirklich rein weissen, schmutzfreien (fein Post).
2) Dieselben, unrein und die geringeren weissen (Post).
3) Die feinen halbgebleichten und die Nähte und Schneiderflecke von 1) und 2) (fein Kanzlei).

4) Die groben halbgebleichten und die Nähte und Schneiderflecke von 3) (Kanzlei).
5) Die ungebleichten und schäbefreien feineren Gewebe, Fischernetze und Nähte und Schneiderflecke von 4) (fein Konzept).
6) Die ungebleichten gröberen Gewebe (Konzept).
7) Die gröbsten Gewebe, die von Baumwolle, Seide, Wolle u. s. w. untrennbaren Stücke und Taue (Pack).
8) Die farbig gestreiften und hellblauen feinen.
9) Die farbig gestreiften und hellblauen groben.
10) Die dunkelblauen.

B. Baumwollgewebe.

11) Die reinen, weissgebleichten aller Art.
12) Die schmutzigen, weissgebleichten aller Art.
13) Die buntbedruckten, weissbodigen und hellblauen Kattune.
14) Die buntbedruckten, dunkelbodigen Kattune, Manchester, ordinäre Watte.
15) a. die dunkelblauen, b. die dunkelrothen, c. die dunkelgelben etc.
16) Die Baumwollspinnerei-Abfälle und mit Kautschuk durchzogenen Gewebe.

C. Halb schafwollene, halb leinene Gewebe.

17) Die einfarbigen und gestreiften aller Art.

Das Sortiren der Lumpen wird zwar schon bei den Lumpensammlern verrichtet, allein in so oberflächlicher Weise, dass ein gründliches Sortiren nach den erläuterten Grundsätzen in der Fabrik selbst und wegen der oft nothwendigen Trennung verschiedener zusammengenähter Stoffe, Abscheidung von unbrauchbaren und schädlichen Theilen (Knöpfe, Haken, Oesen, Schnallen, Kautschuk, Metallfäden, Knoten etc.) mit einem Zerschneiden verbunden, sowie von Menschenhand (in der Regel von weiblichen Arbeitern) ausgeführt werden muss.

Jede Arbeiterin hat ihren Platz an einem kleinen Tisch von ungefähr 1 m. im Quadrat, dessen Platte aus einem Drahtnetz besteht, und auf dem in fast vertikaler Richtung ein Messer von 18 bis 24 cm. Länge und 12 cm. Breite befestigt ist, an dessen abgewendeter Schneide sie die Lumpen und zwar in Stücke von 3 bis 5 cm. Breite so zerschneidet, dass die abzutrennenden Theile frei werden. Zu ihrer rechten Seite befindet sich ein Kasten mit verschiedenen Abtheilungen, in welche sie die Lumpen je nach ihrer Qualität wirft. Während des Zerschneidens fällt eine grosse Menge Sand und Staub durch das Drahtnetz der Tischplatte in einen darunter befindlichen Kasten, so dass die Lumpen schon hier eine oberflächliche Reinigung erhalten. Auch die Taschen und Säume sollten aufgeschnitten oder abgetrennt werden, die ersteren wegen des gewöhnlich darin vorhandenen Schmutzes, und die letzteren wegen ihrer schwierigen Verarbeitung.

Die zerschnittenen und sortirten Lumpen werden dann zum zweiten Male sorgfältig durchgesehen und nochmals ausgelesen, um jedes schlechte Stück auszuscheiden und nur diejenigen zusammen zu bringen, die unter sich gleich sind, damit z. B. keine gefärbten Stoffe mit farblosen u. s. w. verarbeitet werden. — Eine Aufseherin ist im Stande, die Lumpen von 8 bis 9 Arbeiterinnen nachzulesen.

So wünschenswerth der Sortirung halber das Zerschneiden der Lumpen mit der Arbeiterhand auch erscheinen muss, so wird dasselbe doch der

grösseren Lieferungsfähigkeit wegen grösstentheils durch Maschinen ausgeführt. (Lumpenschneider, Coupe chiffons, Dérompoir, *Rag-cuter*), welche in sehr verschiedener Konstruktion dem Zwecke entsprechen und entweder mit auf- und niedergehenden oder rotirenden Messern ausgestattet sein können. — Da die grosse Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit der Hadern im Allgemeinen eine sehr bedeutende Kraft zum Zerschneiden fordert, insbesondere aber auch wegen der Ungleichförmigkeit der Hadermasse grosse Ungleichmässigkeiten in den Widerständen zeigt, so müssen die Haderschneidmaschinen vor Allem ausserordentlich kräftig gebaut und rotirende Theile sehr schwer gemacht werden.

Da die Aufgabe und Wirkung dieser Maschinen vollständig übereinstimmt mit derjenigen der Scheren, S. 219, so können dieselben nach denselben Grundsätzen eingetheilt werden in solche mit Hebelbewegung, S. 219, in solche mit Parallel-Bewegung, S. 224, und in solche mit kontinuirlichem Schnitt durch Kreisscheiben, S. 222. Sämmtliche Arten sind in Anwendung, selbstverständlich mit solchen Aenderungen, die das Material und die Arbeit bedingt, also mit Rücksicht auf die grosse Biegsamkeit des ersteren und die Nothwendigkeit einer Speisevorrichtung, konstruirt.

Die früher sehr gebräuchliche Hebelanordnung in der Gestalt einer Maschine, welche einer grossen Häcksellade, oder Tabaksschneidmaschine gleich war, verschwindet ihrer Unvollkommenheit wegen immer mehr und kann ausser Betracht bleiben. — Die mit Parallel-Bewegung ausgestatteten Maschinen haben entweder auf- und niedergehende Messer, welche die Lumpen zerhacken, (wozu in der Regel[1]) ein etwa 25 cm. langes Messer mit drei rechtwinklig dagegen gestellten, 5 bis 10 cm. langen Messern in der |‾|‾| Form dienen), oder die Messer sitzen auf einer rotirenden Walze (parallel zur Achse derselben oder zweckmässiger nach Schraubenlinien verlaufend) und bewegen sich, wie die Federn der Schermaschinen, S. 745, stets in gleicher Lage gegen feststehende Schienen.[2])

Eine nach diesem Prinzip gebaute, sehr in Aufnahme gekommene Maschine ist in Fig. 536 skizzirt.

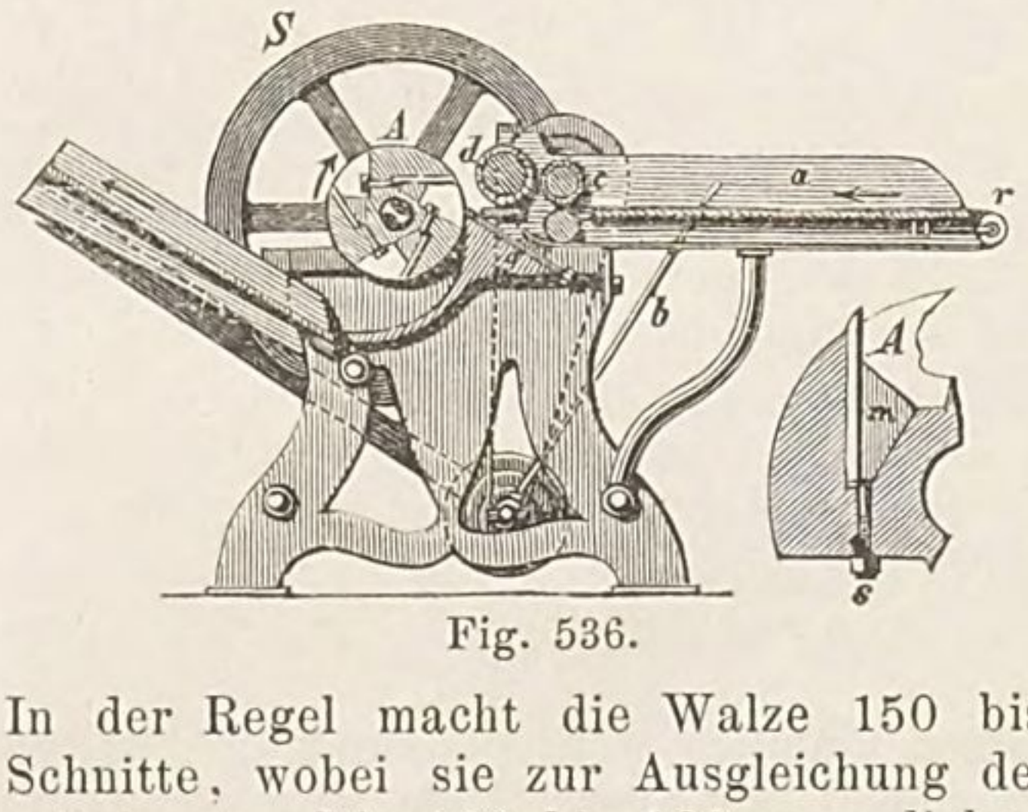


Fig. 536.

Auf der Arbeitswalze A von 300 mm. Durchmesser befinden sich, in keilförmige Aussparungen eingeschoben und durch Keile m mit Zugschraube s festgehalten, drei Messer, welche bei ihrer Drehung hart an der Stahl-Schiene g vorbeistreichen, und die durch ein Zuführtuch a Speisewalzen c herbeigebrachten, durch die Stachelwalze d vorgeschobenen Hadern, je nach der Geschwindigkeit der Zubringung zerschneiden. In der Regel macht die Walze 150 bis 200 Touren, also 450 bis 600 Schnitte, wobei sie zur Ausgleichung der Widerstände ein Schwungrad S mitnimmt. Die 100 bis 130 mm. dicke Stachelwalze, welche mit Fingern von 15 bis 25 mm. Dicke und Länge besetzt ist, ist nachgiebig gelagert und dreht sich, je nach der Grösse der Stücke, in welche die Hadern zerschnitten werden sollen, langsammer oder schneller. Die zerschnittenen

1) Dingler's Journ., Bd. 205. S. 497. 2) Hütte, 1864. Taf. 27; 1868. Taf. 21. — Publ. ind., V. 5. S. 232. — Polyt. Centr., 1847 S. 621. — Dingler's Journ., Bd. 53. S. 16.

Hadern endlich verlassen die Maschine auf einem schräg aufsteigenden Abführtuch in der Richtung des Pfeiles. Da diese Haderschneidmaschine viele Stösse verursacht, so ist ihr gegenüber mechanisch vollkommener die nach dem Prinzip der Kreisscheere eingerichtete, welche entweder wie ein Schneidwerk, S. 224, aus zwei parallelen Wellen mit je 6 bis 8 gegeneinander drehenden Schneidscheiben, oder aus nur einer Welle mit 6 bis 8 scharf geschliffenen Scheiben besteht, denen die Lumpen durch ein System geriffelter Scheiben zugeführt werden.[2])

II. Das Reinigen der Lumpen.

Die von den Lumpen zu trennenden Substanzen können dreierlei Art sein, je nachdem sie von den Fasern derselben in den Zwichenräumen eingeschlossen, oder durch vollständige Verklebung in Folge Anwesenheit eingetrockneter Oele, Fette, Theer, Leim etc. festgehalten, oder durch chemische Anziehung (Farbe, Rostflecke etc.) befestigt sind. Sie verlangen daher sehr verschiedene Mittel zur Beseitigung, denn während die eingeschlossenen durch Oeffnen der Fasern nach dem Vorgang, S. 525, sich entfernen lassen, müssen die angeklebten durch Auflösung der Klebemittel, die chemisch befestigten durch zersetzende oder zerstörende Wirkungen beseitigt werden. Zum Theil sind sie demnach nach S. 519 mechanischer Art: trockene Reinigung; zum Theil chemischer Art: nasse Reinigung, mit Farbenzerstörung, zur Herstellung weisser Fasern, durch Bleichen.

A. Die trockene Reinigung.

Da aus den S. 525 erklärten Gründen die von den Fasern festgehaltenen Verunreinigungen sich nur leicht und sicher entfernen, wenn eine Zertheilung der Lumpen vorgenommen wird, so hängt diese mit der trockenen Reinigung in gewissem Masse zusammen, welche demnach zum Theil schon mit dem Zerschneiden und Sortiren beginnt. — Um jedoch die oberflächlich anhängenden Verunreinigungen (Staub etc.) aus Rücksichten für die Gesundheit der Sortirerinnen und die Reinlichkeit in den Arbeitsräumen zu beseitigen, werden die Lumpen in der Regel schon vor dem Sortiren einer Vorreinigung unterworfen, welche in einem Aufrütteln ohne Zertheilung besteht und in einem sog. Drescher oder Stäuber vorgenommen wird. Die gebräuchlichste Einrichtung derselben besteht aus einem hohlen, 1 m. langen Prisma von 550 mm. Dicke, welches aus 8 starken Holzstücken zusammengesetzt ist und an zwei gegenüber liegenden Seiten 11 starke Zähne von der Form a, Fig. 381, S. 527 besitzt. Dieses Prisma befindet sich in einem Holzkasten, der zum Zusammenhalten des Staubes vollständig geschlossen ist, unter der Decke ebenfalls 12 Zähne und als Boden ein grobes Sieb (von 6 bis 8 mm. Maschenweite) oder kreisförmig gebogenen Stäben besitzt. Indem das Prisma sich mit einer Geschwindigkeit dreht, welche keine Gefahr für das Entfasern der Lumpen und einen damit verbundenen Verlust befürchten lässt, tritt eine vorzügliche Staubabsonderung ein, die noch besonders durch Anbringung von Exhaustoren wie bei den Schlagmaschinen S. 536 gefördert wird.

Da in Folge des Zerschneidens ein Oeffnen der Hadern eintritt, so folgt auf diese Operation die eigentliche trockene Reinigung mit Hilfe von Maschinen, welche fast sämmtlich nach dem Prinzip der Oeffner für Gespinnstfasern, S. 526, gebaut werden und zwar, weil ein Zerreissen des

---

1) Polyt. Centr., 1860. S. 1304. — Dingler's Journ., Bd. 157. S. 276. — Prakt. Masch.-Constr., 1873. S. 246.

Materials wegen des Faserverlustes zu vermeiden ist, nach demjenigen der Schlagwölfe. — Mitunter bedient man sich einer einfachen, sich drehenden Siebtrommel (offener Stäuber, *Duster*), welche aus einer 6 bis 8 kantigen Laterne von 750 bis 1000 mm. Weite und 2 bis 3 m. Länge gebildet wird, deren Seiten aus aufgenagelten Drahtsieben bestehen und die sich um eine durch die Mitte gehende eiserne Achse dreht, die so viel geneigt liegt, dass die an der einen Stirnfläche eingegebenen Lumpen selbst fortschreitend an der anderen Fläche heraustreten, wodurch eine kontinuirliche Arbeit ermöglicht wird. Der in Folge der Drehung durch die Siebmaschen fallende Staub fällt auf den Boden eines das Sieb vollständig umschliessenden Kastens, oder wird wie bei dem Drescher vermittelst Luftzug entfernt.

Die Wirkung des offenen Stäubers kann nur eine schwache sein, weil die Hadern sich übereinander- und zusammenrollen und dadurch den innen liegenden Theilen den Ausweg versperren. Aus dem Grunde findet der Lumpenwolf, der eine schlagende Wirkung ausübt, die ausgedehnteste Verwendung. Da dessen Wirkung vollständig mit derjenigen des Schlagwolfes übereinstimmt, so können auch ihre Konstruktionen nach den S. 530 aufgestellten Systemen verschieden sein. Hauptsächlich in Gebrauch stehen:

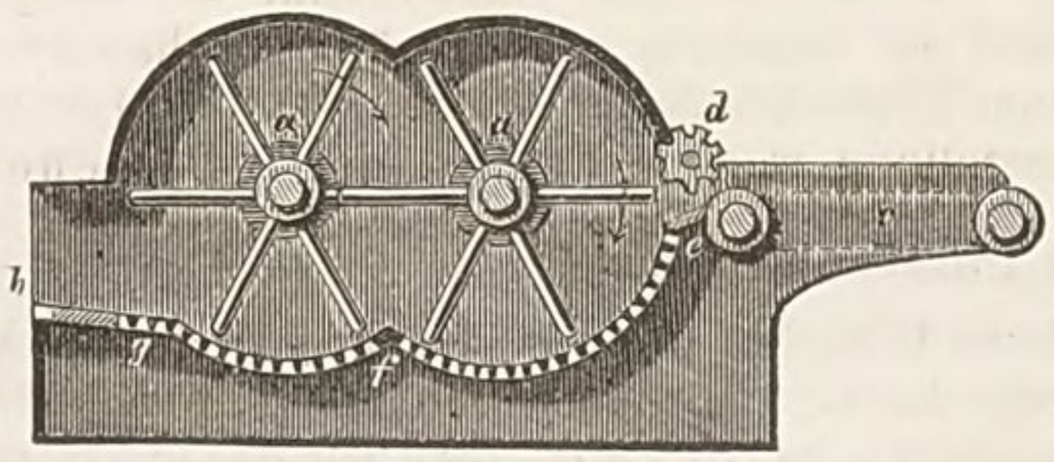


Fig. 537.

1) Der gewöhnliche Schlagwolf, Fig. 537, sehr oft mit der Abänderung, dass die mit etwa 150 Touren sich drehenden Wellen so weit auseinander liegen, dass die schraubenartig gestellten Schlagstöcke nicht durch einander treten, sondern die Lumpen sich nur zuwerfen. In zweckmässiger Weise erweitert man diesen Wolf oft dadurch, dass man 4 und noch mehr Schlägersyteme hinter einander anbringt. (Eisenbahn-Stäuber, *Railroad duster*). —

2) Der konische Wolf nach der S. 530 5) besprochenen Einrichtung, gewöhnlich liegend angeordnet, ohne Siebtrommel, mit 11 Reihen à 6 Zähnen auf der Trommel von 1 m. grossem und 70 cm. kleinem Durchmesser und 2 m. Länge, und mit 6 Stäben zu 6 Zähnen gleichmässig vertheilt, an der inneren Gehäusewand. Die Zähne haben 20 mm. Dicke und 80 mm. Länge. Bei 100 bis 120 Umdrehungen soll derselbe 3,5 Pferdestärken beanspruchen.

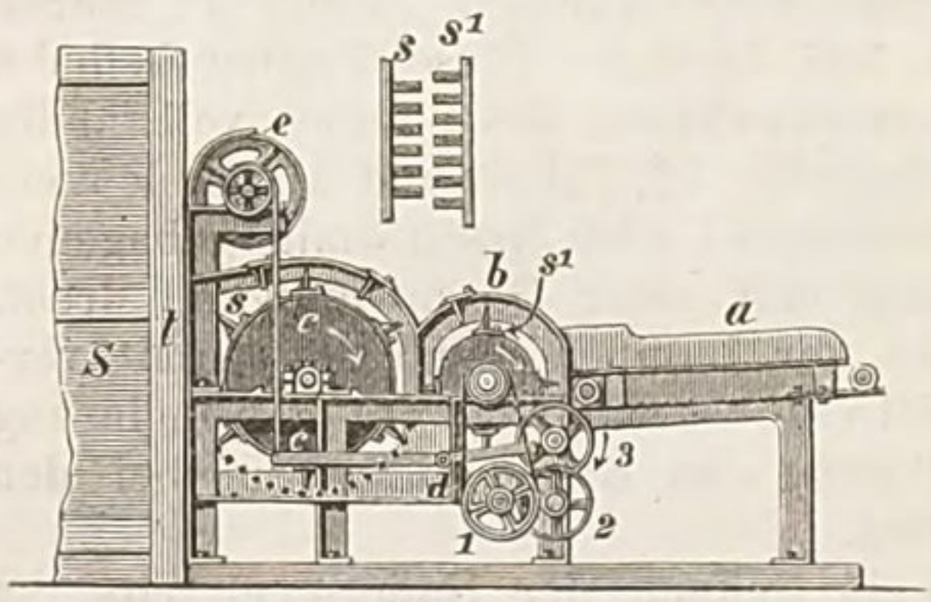


Fig. 538.

3) Der Doppelwolf nach dem Typus Fig. 386, S. 531 in der durch nebenstehende Fig. 538 verdeutlichten Konstruktion und mit der Einrichtung, dass die Lumpen eine bestimmte Zeit hindurch der Wirkung dieses Wolfes ausgesetzt und dann selbstthätig ausgeworfen werden. Die durch das Tuch ohne Ende a portionenweise zugeführten Lumpen fallen zunächst in das Bereich der Schlagtrommel b, welche mit 6 Schlagleisten s^1 versehen ist, die je 8 Daumen tragen, damit die Hadern fassen, gegen die Daumenleiste in der Decke des Gehäuses sowie einen Siebboden und endlich gegen die zweite, mit

gleichen Daumenleisten s etc. ausgestatteten Schlagtrommel c schleudern. Die Trommeln b und c von 350 und 425 mm. Durchmesser drehen sich 300 bis 400 mal in der Minute und bewirken durch einen längeren Aufenthalt der Lumpen in dem Wolf eine vorzügliche Auflockerung. Die periodische Entleerung in den Raum S geschieht durch das Oeffnen einer Schiebethür an der Vorderfläche desselben. Es wird nämlich zu dem Zwecke von der Welle der Trommel B aus vermittelst der Transporteurräder 1, 2, 3 eine Scheibe a gedreht. Diese Scheibe drückt bei einer Umdrehung mit einem Stift den Hebel cd einmal nieder und setzt damit die Scheibe e in Umdrehung, welche nunmehr eine Schnur aufwickelt, an der die genannte Thür hängt, so dass diese ab und zu aufgezogen wird. — Wenn in dem Raume S die ausgeworfenen Hadern von dem Zuführtuch eines Stäubers aufgefangen werden, wie das häufig geschieht, so wird die reinigende Wirkung selbstverständlich noch vergrössert.

B. Die nasse Reinigung.

Wie bereits oben erläutert, können die festgeklebten Verunreinigungen nur durch Beseitigung der bindenden Substanzen entfernt werden. Da diese nur zum Theil in kaltem Wasser löslich und daher durch einfaches Waschen zu beseitigen sind, zum Theil aber wie bei der nassen Reinigung der Gespinnstfasern, S. 519, einer Einwirkung verseifender oder auflösender Mittel unterworfen werden müssen, und diese der besseren Wirkung wegen mit Wärme verbunden zur Anwendung kommen, so zerfällt die nasse Reinigung in Waschen und Kochen. — Obwohl aus eben angegebenen Gründen das Waschen in den wenigsten Fällen allein die erforderliche Reinigung bewirkt, so wird es doch oft vor dem Kochen angewendet, weil es die Hadern von Sand und solchem Schmutze befreit, den man zweckmässiger vor als nach dem Kochen abtrennt, und weil durch diese Behandlung die Hadern bedeutend zum Kochen vorbereitet werden, ganz besonders aber, nachdem durch das Kochen die verklebenden Substanzen zerstört oder aufgelöst sind. Das Waschen vor dem Kochen geschieht in der Regel in einer Waschmaschine,[1]) welche gewöhnlich so eingerichtet ist, wie der offene Stäuber, nur dass der Oberkasten fehlt und die Trommel bis zur horizontal liegenden Achse in wo möglich fortwährend zufliessendes Wasser taucht, oder mit Hilfe einer derjenigen Waschmaschinen, welche zum Waschen der gekochten Lumpen dienen.

1) **Das Kochen.** Von sehr grosser Wichtigkeit ist demnach das Kochen der Lumpen, also die Behandlung mit Laugen und heissem Wasser oder Dampf zur Entfernung von ein- und festgetrocknetem Schmutz, Oelflecken, Leimfarben u. s. w. nicht allein, sondern auch zur Zerstörung vieler Farbstoffe und Herbeiführung eines Zustandes, der das Bleichen derselben ungemein erleichtert. Es ist demnach zu vergleichen mit dem Waschen der Wolle, S. 521, und da die zu Grunde liegenden Prinzipien «Zerstörung aller die Fasern umgebenden Theile und Entfernung der mechanisch abgesetzten Substanzen» hiermit übereinstimmen, so kann auf die Erörterung, S. 521, verwiesen werden. Durch Laugen wird die inkrustirende Materie völlig zerstört und die Farbstoffe zum Theil aufgelöst, zum Theil doch in einen so veränderten Zustand gebracht, dass ihre Entfernung bei der Einwirkung von Bleichmitteln verhältnissmässig leicht von Statten geht.

Je nach dem Zustande, in welchem die Lumpen sich befinden, wird die Wahl der Aetzmittel sowohl, als die Stärke ihrer Lösungen getroffen

1) Polyt. Centr., 1860. S. 222, 1867. S. 945. — Dingler's Journ., Bd. 139. S. 410; Bd. 155. S. 172.

werden müssen. Die Fasern gefärbter Stoffe sind z. B. schon sehr häufig des Färbens wegen von der inkrustirenden Materie befreit und bedürfen nur noch der Zerstörung der Farben, die, mit Ausnahme der Krappfarben, ziemlich vollständig durch Laugen bewirkt wird; gebleichte Lumpen ohne Farbe bedürfen nur einer geringen Einwirkung der Laugen, während die grauen stärkere Laugen und längeres Kochen in Anspruch nehmen. — Während theoretisch alle Substanzen, die eine Verseifung oder Auflösung der vorhandenen Harze, Fette u. s. w. bewirken, für den vorliegenden Zweck angewendet werden können, so stehen doch nur die kohlensauren Salze des Kaliums und Natriums, sowie der Aetzkalk und das Aetznatron aus ökonomischen Rücksichten in Gebrauch. Dabei wendet man für feine Lumpen allein Potasche oder Soda oder Aetznatron an, während gröbere Lumpen ausser der Soda noch einen Zusatz von Aetzkalk erfordern und ganz grobe dahingegen mit Aetzkalk allein behandelt werden können, oft allerdings in mehreren Kochungen.

Erfahrungsgemäss kann man folgende Vorschriften über die Laugenzusammensetzung, sowie die Anzahl und Dauer der Kochungen zur Richtschnur nehmen, wobei die Mengen des Kalkes und der Soda für einmaliges Kochen berechnet sind.

Auf 100 kg. Lumpen.	Entwässerte Soda. kg.	Kalk. kg.	
Ganz feine, weisse, stark abgenutzte	5	—	1 Mal 3 Stunden zu kochen
Feine, wenig abgenutzte . . .	1	15	1 « 6 « « «
Halbfeine, nicht ganz weisse . .	1	20	2 « 3 « « «
Grobe, ungebleichte	—	15	4 « 3 « « «
Feine, farbige	15	15	3 « 3 « « «
Grobe, farbige	—	20	4 « 3 « « «

Um beim Kochen der Lumpen eine ausreichende Einwirkung der Laugen zu erzielen, ist ausser einer passenden Wärme die Möglichkeit einer gehörigen Durchdringung herbeizuführen. Da die günstigste Wärme über dem Siedpunkte des Wassers liegt und eine Durchdringung der Laugen entweder durch eine Zirkulation derselben oder ein fortwährendes Bewegen der Hadern zu erreichen ist, so sind zum Kochen nur Gefässe zweckmässig, in denen die Kochflüssigkeit über 100° erwärmt und in denen die Lauge in Zirkulation oder die Hadern in Bewegung versetzt werden können. Da das erstere in offenen Gefässen nicht möglich ist, so bestehen ganz allgemein die Lumpenkocher[1]) (Lessiveur, Bouilleur, *Rag-boiler*) aus geschlossenen Eisenblechkesseln, welche entweder mit freiem Feuer, oder zur Vermeidung des Anbrennens am häufigsten mit besonders zugeführtem Dampf von 1,5 bis 3 Atmosphären Spannung erwärmt werden und der Widerstandsfähigkeit halber eine Zylinder- oder Kugelform haben. Da die Zylinderkessel stehend oder liegend (im letzten Falle wie die Kugelkocher) fest oder drehbar anzuordnen sind, so unterscheidet man, Dampfheizung vorausgesetzt,

1) stehende Zylinderkocher;
2) liegende Zylinderkocher
   a. festliegend,
   b. rotirend;

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1858. S. 135. — Berliner Verh., 1866. S. 74. — Hütte, 1862. Taf. 34. — Publ. ind., V. 12. S. 202, 209. — Polyt. Centr., 1855. S. 540; 1857. S. 1407, 1649; 1858. S. 751, 1336; 1862. S. 1343; 1863. S. 403; 1864. S. 42; 1867. S. 945; 1874. S. 502. — Dingler's Journ., Bd. 139. S. 410; Bd. 146. S. 86; Bd. 147. S. 260; Bd. 149. S. 28; Bd. 171. S. 196.

3) Kugelkocher
a. festliegend,
b. rotirend.

1) Der stehende Zylinderkocher hat in der Regel etwa 1,6 bis 1,8 m. Durchmesser und 1 bis 1,5 m. Höhe, ist oben und unten mit einer Kugelzone geschlossen und zur Trennung der Lauge von den Hadern mit einem durchlöcherten Doppelboden versehen, unter dem ein Hahn zum Ablassen der Flüssigkeit angebracht ist. — Zwischen den beiden Böden liegt ein Dampfrohr und vertheilt durch verschiedene Zweigröhren den Dampf durch den ganzen Kessel. Die Dampfspannung beträgt je nach Umständen 1¼ bis 3 Atmosphären. Auch lässt man das Dampfrohr wohl durch die Mitte des Kessels bis auf den Boden gehen und umgiebt es mit einem unten und oben offenen Rohre. So lange die Flüssigkeit nicht bis zum Siedpunkte erwärmt ist, wird der Dampf rasch kondensirt, sobald sie aber kochend heiss geworden ist und also die Kondensation aufhört, findet der Dampf in den Lumpen einen Widerstand und treibt durch den Druck auf die Lauge diese durch das offene Rohr in die Höhe. Ueber dem Rohre befindet sich dann ein Schirm, gegen den die Lauge geschleudert wird, um auf die Lumpen zu regnen, wodurch eine fortwährende Zirkulation entsteht, die jedoch auch den Schmutz, mit Ausnahme der schweren Theile, immer wieder auf die Hadern bringt. — Bei der Anwendung dieser Kocher kann eine nicht unbeträchtliche Ersparung an Brennmaterial dadurch erzeugt werden, dass der in einem Kessel gebrauchte und nicht verdichtete Dampf zur Erhitzung des Inhalts anderer Kessel dient, wodurch der Kochapparat zu einem System von Kesseln wird.

2) Der rotirende Zylinderkocher. — Wenngleich den stehenden geschlossenen Kochkesseln überhaupt schon ein grosser Vorzug vor den offenen einzuräumen ist, so kann dennoch in denselben ein so erfolgreiches Kochen nicht stattfinden, wie man von der Aufwendung an Lauge und Brennmaterial erwarten muss, indem das feste, völlig unbewegliche Aufeinanderliegen der darin eingefüllten Hadern ein allseitiges und gleichmässiges Eindringen der Lauge und des Dampfes in dieselben mehr oder weniger unmöglich macht. Die Folge davon ist ein vermehrter Aufwand an Brennmaterial, weil man nur durch verlängerte Kochzeit diesen Fehler aufheben kann. Zur Hervorbringung einer besseren Einwirkung gelangt man nur durch Bewegung der Hadern in den Kochapparaten und da diese am zweckmässigsten durch Drehung der Kessel um horizontale Achsen erreicht wird, der festliegende Zylinderkessel aber dieselben Uebelstände wie der stehende Kocher besitzt, so werden die liegenden Zylinderkocher wohl nur noch drehend angeordnet. — Je nachdem derselbe mit einem einfachen Zylinder oder mit einer inneren zweiten durchlöcherten Zylinderwand versehen ist, unterscheidet man einfache und doppelte Kocher.

Der einfache, rotirende Kochkessel besteht aus einem etwa 2,5 m. langen und 1,5 m. weiten Zylinder von Eisenblech, der horizontal liegt und um zwei an den Enden sich befindenden Zapfen vermittelst Zahnräder sich drei Mal in der Minute dreht. Die Zapfen sind hohl und mit Röhrenleitungen verbunden, die durch den einen Zapfen Dampf und Lauge ein- und durch den zweiten entweichen lassen. Vor dem letzteren ist innerhalb des Kessels eine durchlöcherte Scheidewand befestigt, hinter welcher die Lumpen beim Ablassen der Lauge zurückbleiben. Auf der Mantelfläche ist ein Mannloch zum Entleeren und Eintragen angebracht und im

Innern des Zylinders befinden sich eiserne Stifte von 0,2 m. Länge und 2 cm. Stärke, um das Wenden der Lumpen zu befördern. — In diesen Kochern befinden sich oft in geringem Abstande von den Endflächen Siebe aus Drahtgewebe und in den beiden Zwischenräumen reichen rechtwinklig nach unten gebogene Röhren als Fortsetzungen der äusseren Zu- und Ableitungsröhren beinahe an die Zylinderwand, so dass das Ableitungsrohr als Heber wirkt und die mit Schmutz gesättigte Lauge kontinuirlich abführen kann, wodurch man im Stande ist, auch unmittelbar auf das Kochen noch ein Waschen folgen zu lassen. — Zur Beförderung des Auspressens ist vorgeschlagen, Kugeln in den Zylinder zu bringen und mit rotiren zu lassen.

Der doppelte rotirende Kessel zeichnet sich vor dem einfachen dadurch aus, dass bei demselben im Laufe des Kochens eine Trennung des Schmutzes von den Hadern stattfindet, während bei dem ersteren Schmutz und Hadern immer wieder zusammen gemischt werden. — Der in Rede stehende Kocher besteht nämlich aus zwei ineinander zu schiebenden Zylindern von Eisenblech, wovon der äussere festliegt und der innere sich um eine durchgehende Achse dreht und durchlöchert ist. In dem äusseren Zylinder befindet sich oben eine Oeffnung zum Einlassen der Lauge und des Dampfes, welcher letzterer nach der Lauge einzutreten beginnt, sich in dem etwa 5 cm. betragenden Abstande der beiden Zylinder gleichmässig vertheilt und die stets in Bewegung befindlichen Hadern durchdringt, sich kondensirt und mit Schmutz beladen in dem unteren Raume ansammelt, um durch einen Hahn abgelassen zu werden. Zum Füllen und Entleeren wird der innere Zylinder herausgezogen, nachdem man den, den äusseren Zylinder schliessenden Deckel entfernt hat. Zur Erleichterung des Aus- und Einschiebens dient eine in der Achsenrichtung liegende Zahnstange und ein am Kessel befindliches, durch eine Kurbel umzudrehendes Getriebe. — Die Schwierigkeit, welche diese Operation verursacht, war Veranlassung zur Konstruktion der einfach rotirenden Kochkessel, allein da die Vorzüge des doppelten so hervorragend sind, so hat man die Vorzüge beider Kocher dadurch vereinigt, dass man den äusseren Zylinder des doppelten Kochers mit dem inneren gemeinschaftlich in Drehung setzt. Ein solcher Kocher besteht demnach, Fig. 539, aus zwei ineinander geschobenen Blechzylindern, in deren Zwischenraum die Lauge und der Dampf eingeführt wird. Zu diesem Zwecke sitzt in der Mitte des einen Zylinderbodens ein Rohr a mit den Ansatzstücken b und d, wo durch b der Dampf, durch d die Lauge eintreten kann. Ein Hahn h schliesst das Laugenrohr ab. Innerhalb des Kessels tritt das Zuführungsrohr in eine abgeschlossene Kammer o, von wo aus die Lauge oder der Dampf durch drei Röhren o n in den zylindrischen Zwischenraum getrieben wird, um sich gleichmässig über den inneren durchlöcherten Zylinder zu vertheilen, weshalb sich diese Röhren etwa bis zur

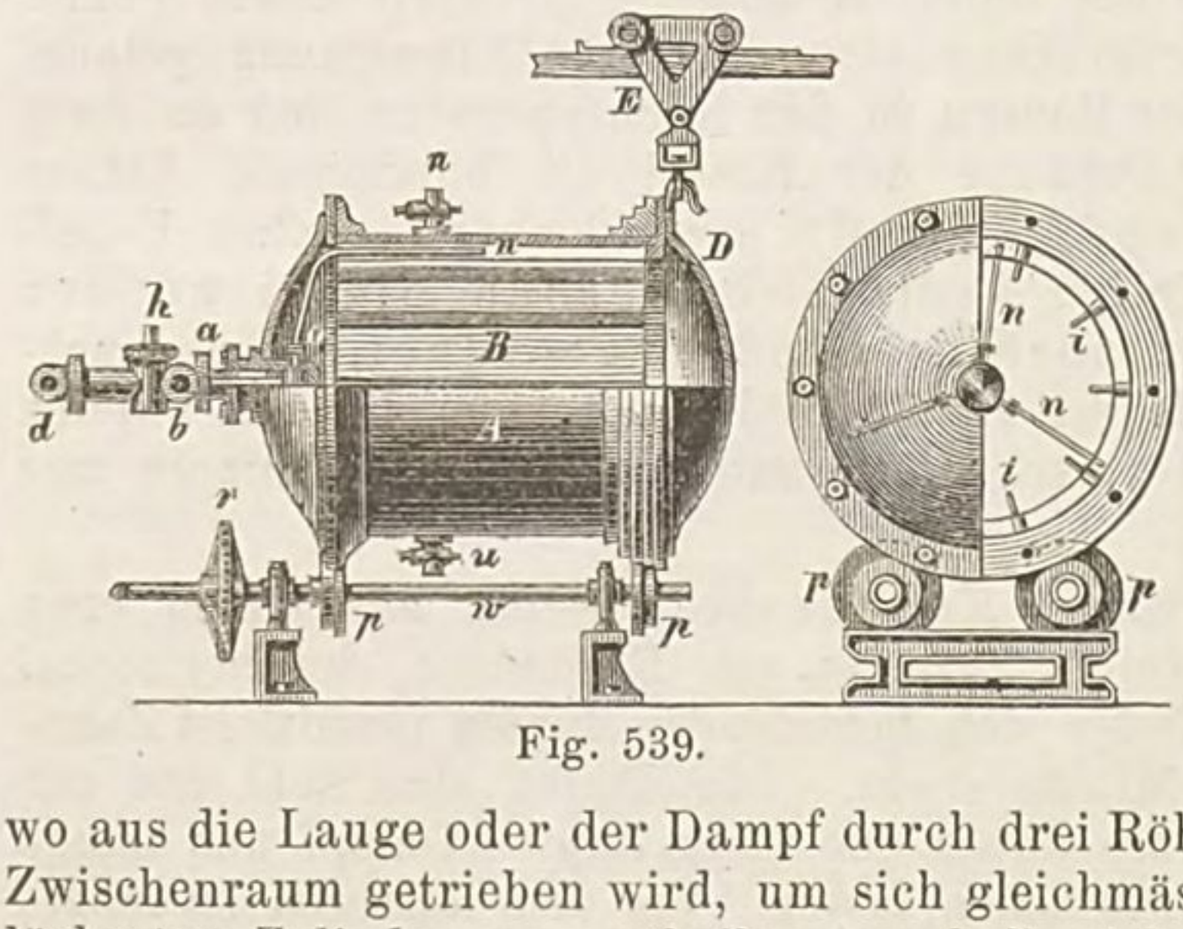


Fig. 539.

1) Dingler's Journ., Bd. 139. S. 410.

halben Länge in den Zwischenraum erstrecken. Zum Einbringen und Herausnehmen der Lumpen ist der eine Deckel D zum Abnehmen eingerichtet und durch eine sogenannte Laufkatze E leicht fortzuziehen. Die Drehung des ganzen Apparates wird nicht auf die gewöhnliche Weise im Zapfen hervorgebracht, sondern dadurch, dass man den äusseren Kessel an jedem Ende mit einem vorstehenden Flantsch versieht und mit diesen auf je zwei Rollen p p auflegt, wovon zwei auf der Welle w sitzen und durch das Zahnrad r in Bewegung gesetzt werden, während die zwei anderen durch Reibung mitgehen.

Die mit direkter Dampfeinströmung ausgestatteten Kocher besitzen den Uebelstand, dass durch die unausgesetzte Dampfkondension die Flüssigkeit sich übermässig vermehrt und sich in Folge dessen die Lauge ausserordentlich verdünnt. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes sind neuerdings Kocher in Vorschlag gebracht, bei welchen die Erwärmung durch Dampfröhren erzielt wird, welche so eingerichtet sein müssen, dass die Drehung der Kocher nicht verhindert wird. — Ein solcher Kocher ist in Fig. 540

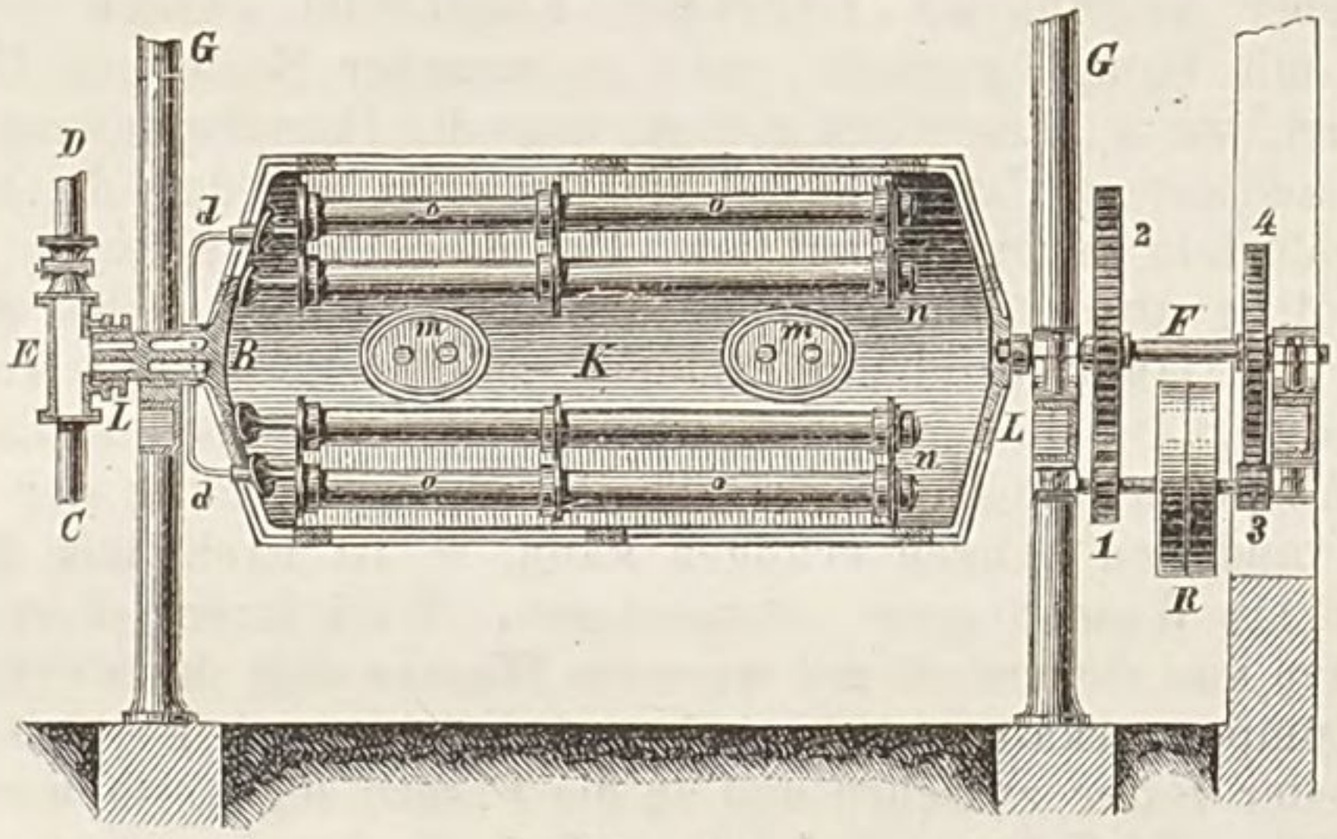


Fig. 540.

vor Augen geführt. Ein Zylinder von 2,20 m. Durchmesser und 4,5 m. Länge liegt auf den Zapfen in Lagern L, L und wird mittelst Riemenantrieb von den Riemenscheiben R je nach der gewünschten Drehgeschwindigkeit durch das Vorgelege 1,2 oder 3,4 in Drehung versetzt. In demselben befinden sich 6 Heizröhren o o von 250 mm. Durchmesser, durch Stege n, n so befestigt, dass sie, dem Zapfen E B entgegen, konvergiren. Durch Röhren d stehen diese Heizröhren mit dem Zapfen E B in Verbindung, der drei schraubenförmig verlaufende, von einander getrennte Durchbrechungen besitzt, wovon jede mit zwei Siederöhren in Verbindung steht. Vor dem Zapfen liegt eine Stopfbüchse E, in die durch das Rohr D frischer Dampf eintritt und von der ein Rohr C den gebrauchten oder kondensirten Dampf (womöglich direkt zum Dampfentwickler) abführt, indem bei der Drehung des Kessels und der Gestalt der Durchlässe das oben liegende Heizrohr mit C, das unten liegende mit D in Verbindung tritt. — Als Eigenthümlichkeit dieses Kochers ist noch hervorzuheben, dass derselbe in sehr empfehlenswerther Weise durch eine doppelte Holzumhüllung von je 20 mm. Stärke und mit 20 mm. weitem Zwischenraum gegen Abkühlung gesichert ist, so dass dieser Kessel bei abgeschlossenem Dampfzutritt eine lange Zeit hindurch die erforderliche Wärme anhält. Wenn derselbe mit 2500 kg. Hadern besetzt und mit Dampf von 5,75 Atmosphären Ueberdruck gespeist wird, erlangt die Spannung im Kocher

nach 4 Stunden die Höhe von 4 Atmosphären. Nach nunmehrigem Dampfabschluss sinkt die Spannung nach 5½ Stunden auf 3 und erst nach 24 Stunden auf 1 Atmosphäre.

3) Kugelkocher, Sphärischer Kocher. Die Eigenschaft einer Hohlkugel, an sämmtlichen Stellen gleichen Widerstand gegen den (Innen-) Druck zu besitzen, legt es nahe, diese Form umsomehr für Hadernkochen mit hoher Spannung zu wählen, als auch das Entleeren derselben mit grösserer Leichtigkeit und Schnelligkeit möglich und die Drehung wenig umständlich ist. Da jedoch diesen Vortheilen der Nachtheil eines geringeren Inhalts gegenüber steht, in Folge dessen die Kugel für die Aufnahme bedeutender Hadermengen einen sehr grossen Durchmesser und Raum für die Aufstellung bedarf, so finden sie weniger Anwendung als die Zylinderkocher. Sie können z. B. bei einem Durchmesser von 2,5 bis 2,7 m. nur mit 1500 bis 1800 kg. Hadern beschickt werden, während Zylinderkocher von 1,8 bis 2,1 m. Durchmesser und 5 bis 7 m. Länge 2500 bis 3000 kg. Lumpen aufnehmen.

Die bisher angeführten rotirenden Kochkessel werden von Dampfkesseln aus mit Dampf gespeist, was in mancher Beziehung Uebelstände mit sich führt, wozu namentlich gehört, dass die Dampfspannung im Kochkessel sich nach der im Dampfkessel richten muss und dass die Ausnutzung des Brennmaterials unvortheilhaft ist. Um diese Nachtheile zu beseitigen, sind auch solche doppelte rotirende Apparate gebaut, wobei der äussere Mantel wie ein Dampfkessel eingemauert und direkt geheizt wird.

2) **Waschen.** Da die gründliche Reinigung der gekochten Lumpen erst durch das Abspülen der abgelösten Theile und Entfernung der zum Theil in Seife verwandelten Laugen erfolgen kann, so ist nach dem Kochen mit den Lumpen ein Waschprozess vorzunehmen. Weil ferner diese Operation am schnellsten und sichersten mit warmem Wasser und dann vor sich geht, bevor die Lumpen erkaltet sind, indem die Schmutztheile sich durch das Erkalten wieder fester zwischen und an die Fasern legen, so werden, wenn irgend möglich, die Lumpen sofort aus dem Kocher in einen, unter das zur Entleerung vorhandene Loch gefahrenen, mit durchlöchertem Boden versehenen Abtropfwagen abgelassen und aus diesem in die Waschapparate gebracht, wenn man nicht, was mitunter bei Anwendung rotirender Kocher mit Vortheil geschieht, die erste Waschung im Kocher selbst vornimmt.

In der Regel findet das Waschen in denjenigen Apparaten Statt, welche zugleich ein Zerreissen der Hadern bewirken, weil diese ihrer ganzen Anlage nach besonders für diesen Prozess geeignet sind. Oft jedoch verwendet man aber eigene Waschmaschinen. —

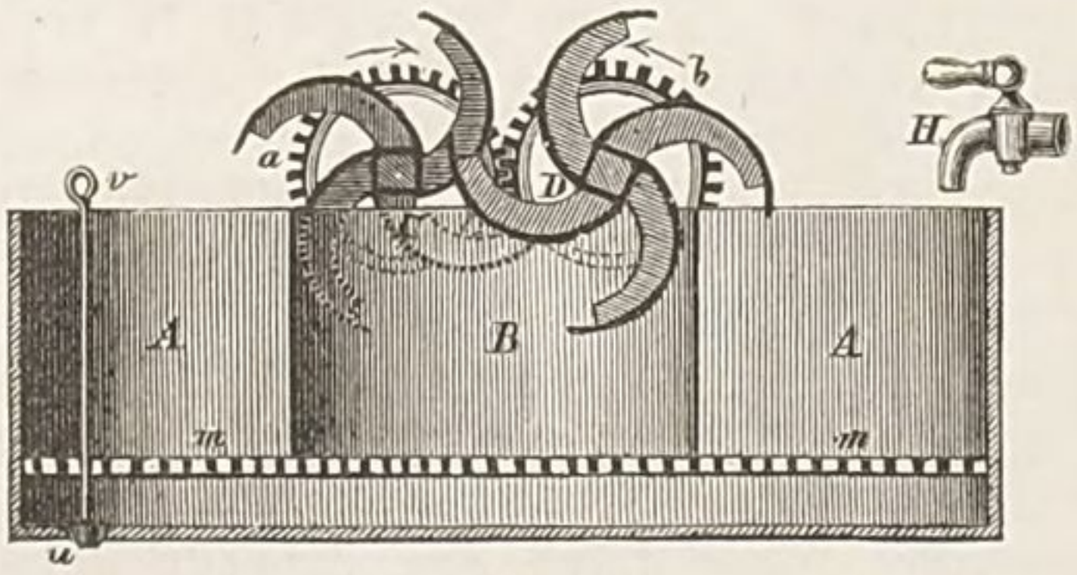


Fig. 541.

Als ein Vorbild derselben kann die S. 524 bereits beim Waschen der Wolle beschriebene, in Fig. 541 vor Augen geführte Waschmaschine gelten, bei welcher zwei mit Armen versehene Wellen in dem ringförmigen Trog A die Lumpen so lange nach einer Richtung durch das zweckmässig auf 60° erwärmte Wasser bewegen, bis die Schmutztheile von denselben abgespült sind. — In einigen Fällen kann namentlich auch der Leviathan, S. 523, sehr gute Dienste leisten.

Durch das Kochen und Waschen erleiden die Lumpen einen beträchtlichen Abgang, der übrigens je nach der Beschaffenheit der Lumpen und der Behandlungsart bedeutend variirt. Als Mittel kann man rechnen: bei feinen Lumpen 17, bei halbfeinen 20 bis 21, bei grauen oder ungebleichten 35 bis 36, bei feinen farbigen 25 bis 26, bei groben farbigen 31 bis 32 % nach dem Gewicht der gestäubten Lumpen.

III. **Das Zerkleinern der Lumpen.**

Da die Pflanzenfasern durch das Kochen und Waschen der Lumpen vollständig von der inkrustirenden Materie und sämmtlichen zusammenklebenden Stoffen befreit sind, so befinden sie sich in den gekochten und gewaschenen Hadern als vollkommen isolirte Zellen, welche nur noch durch die Drehung der Fäden und deren Verschlingung zu dem Gewebe zusammengehalten und daher durch Aufhebung dieser Verschlingungen und Drehungen frei werden. Demnach besteht diese erste Aufgabe der nur auf mechanischem Wege möglichen Zerkleinerung in einem Zerfasern der Gewebe. — Die dadurch gewonnenen freien Fasern (Zellen) sind jedoch für die Papierbildung in der grössten Anzahl von Fällen noch zu grob und zu lang und daher noch einem Verfeinerungsprozess zu unterwerfen, der durch Zerreissen der Fasern Zellenrudimente hervorbringt, welche die zur Verfilzung günstigen Dimensionen besitzen.

Darum zerfällt streng genommen die Zerkleinerung in zwei getrennte Aufgaben: Auflösung der Gewebe in Fasern und Zerreissen dieser in kurze Stücke. — Aus naheliegenden Gründen müssen beide Arbeiten mit stark genässtem Material vorgenommen werden, so dass ihre Produkte eine breiige oder milchige Beschaffenheit annehmen und, je nach den zwei Stadien der Verfeinerung, als halb oder ganz fertig zu betrachten, also Halbzeug und Ganzzeug zu nennen sind.

Um bei der Verwandlung der Lumpen in Papierzeug ein brauchbares Produkt mit möglichst wenig Verlust an Fasern zu bekommen, ist jede schneidende Wirkung, also jede Anwendung scharfer scherenartig oder messerartig arbeitender Werkzeuge vollständig auszuschliessen und nur von einer plattschlagenden oder zupfenden Einwirkung Gebrauch zu machen, weil die erstere ein Zerplatzen, die zweite ein Zerreisseu der Fasern zur Folge haben muss. — Die früher allgemein gebräuchlichen Stampfmühlen (Stampfgeschirr, Hammergeschirr, deutsches Geschirr, Hammerstock, Pile, Moulin à maillets, *Stamp-mill*), welche hammerartig vertikal auf die Lumpen niederfallende Stampfen als zerkleinernde Werkzeuge besass, jetzt aber der geringen Leistungsfähigkeit wegen ausser Anwendung steht, beruhte auf dem Prinzip des Plattschlagens und Zerplatzens.

Da das Zerreissen oder Zerfasern der Erfahrung nach am zweckmässigsten durch stumpfe, auf Art der Schere zur Wirkung gebrachte Schienen von Statten geht, so besitzt diejenige machinale Vorrichtung, welche diese Arbeit verrichten soll, als Werkzeug eine grössere Anzahl solcher Schienen (Messer, Lames, *Cutters*, *Knives*, *Rag knives*, *Flybars*), die zur möglichst schnellen Arbeit wie die Federn auf der Walze der Schermaschine, S. 745, in die Oberfläche eines zylindrischen, sich drehenden Körpers (Walze, Rouleau, Cylindre, *Roll*) eingelassen sind, bei der Drehung an ähnlichen Messern vorbeistreifen und die zwischen beiden befindlichen Lumpen zermalmen. — Die Messer, welche je nach der Grösse des Apparates eine Länge von 0,6 bis 0,7 m., eine Breite von 8 bis 10 cm. und verschiedene Dicke besitzen, müssen aus hartem und gleichmässigem Material (Metall) bestehen. Früher machte man sie ausschliesslich aus Bronze (85 Th. Kupfer, 15 Th. Zinn). Jetzt

ist es gebräuchlicher geworden, Stahl zu verwenden, der dann entweder ungehärtet bleibt, oder gehärtet und gelb angelassen wird. Die Zuschärfung der Schienen, die stets, Fig. 542 IV., von einer Seite vorgenommen wird, ist verschieden, je nach dem Grade der Stoffzermalmung. Für die Zerfaserung behält die Schneide eine Breite von 2 bis 3 mm. Für die letzte Verfeinerung soll man die Schneide nicht schmäler als 1 mm. machen, denn wenn auch schärfer geschliffene Schienen kräftiger angreifen, so stumpfen sie sich doch bald ab und vergrössern die Gefahr des Todtmahlens, d. h. der Herbeiführung eines pulverförmigen unbrauchbaren Zustandes der Fasern. Je nachdem man eine oder mehrere Schneiden auf einer Schiene anbringen will, giebt man ihr eine Dicke von 2 bis 24 mm. und bildet die Schneiden durch Einhobeln von Nuthen auf der Oberfläche, wodurch der Querschnitt sägeartig ausgezackt erscheint. Die Zahl der Schienen richtet sich nach der Zahl der Schneiden, die eine jede enthält, und die Zahl der sämmtlichen Schneiden variirt nach mancherlei Umständen. Zum Zerfasern giebt man der Walze in der Regel 32 bis 48 Schneiden, die man beim Verfeinern auf 72 steigert. Man vertheilt sie gleichmässig über die Zylinderfläche, aber so, dass immer 2 bis 3 Schneiden in einer Nuth der Walze sitzen, weshalb die Anzahl der Nuthen von 16 bis 36 wechselt. Dann werden entweder 2 bis 3 Schienen oder 1 Schiene mit 2 bis 3 Schneiden eingeschoben und festgekeilt. Um das umständliche Nachschleifen, welches grosse Vorsicht erfordert, weil die Schneiden durchaus geradlinig sein müssen, überflüssig zu machen, nimmt man wohl Stahlschienen, die so dick sind, wie die Schneiden sein sollen (1 bis 3 mm.), und setzt diese mit entsprechenden Kupfer- oder Zinkblechzwischenlagen, die genügend zurückstehen, ein. Man ist selbst so weit gegangen, die Zwischenlagen aus Papier zu machen, damit sie sich mit den Schienen selbst wegarbeiten, so dass diese nicht geschliffen zu werden brauchen.

Die Walze ist ein zylindrischer Körper, der wie die Schienen eine Länge von 0,6 bis 0,7 m. und einen Durchmesser von 0,5 bis 0,6 m. hat und von einer starken Welle getragen wird, die durch eine Riemenscheibe oder ein Zahnrad die Drehbewegung erhält. Früher wurde die Walze fast nur aus Eichenholz gemacht, das abgedreht und an der Mantelfläche mit Längsnuthen versehen wurde, in welche man die Schienen einlegte und durch Keile oder Ringe befestigte. Benutzt man Ringe zur Befestigung, so erhalten die Endflächen der Schienen Einschnitte, welche nach dem Einlegen derselben genau korrespondiren mit einer konzentrischen Nuth, die an jeder Endfläche der Walze eingedreht ist, so dass ein eingelegter Ring Schienen und Walze gehörig zusammenhält. Der Ring selbst wird oft noch durch Schrauben versichert. Da diese Befestigungsart übrigens das zum Schleifen der Schienen erforderliche Herausnehmen sehr beschwerlich macht, so werden die hölzernen Walzen immer mehr durch eiserne verdrängt, die man zwar hohl giesst, aber doch schwer genug macht, um ein Heben derselben zu vermeiden. Sie besitzen eine grössere Dauerhaftigkeit, werfen sich nicht wie die hölzernen und ermöglichen eine einfachere Befestigung der Schienen durch eingetriebene Keile von hartem, trocknem Holze, wobei man zwischen Walze und Schienen eine Lage von Guttapercha oder getheerter Leinwand bringt.

Um die Messer gehörig zur Wirkung zu bringen, ist zunächst die Zuführung der Lumpen erforderlich. — Da diese mit so viel Wasser versehen sein müssen, dass sie in demselben vollständig treiben, so benutzt man diese Nothwendigkeit, um auf sehr einfache Weise einen ununterbrochenen Durchgang der Lumpen durch die zermalmenden Werkzeuge zu

veranlassen, indem man diese in einen Trog (Back, Kasten, Cuve, Pile, *Bac*, *Vat*, *Tub*) einlässt, in dem, wie bei der S. 808 beschriebenen Waschmaschine, die Füllung fortwährend zirkulirt.

Der auf solche Weise entstehende Zerkleinerungsapparat wird der Holländer,[1]) das holländische Geschirr, Stoffmühle (Cylindre, Pile à cylindre, Moulin à cylindre, *Rag egine*, *Cylinder*, *Engine*) genannt.

Man unterscheidet Halbholländer und Ganzholländer, je nachdem er Halbzeug oder Ganzzeug bilden soll. Beide sind aber im Wesen so übereinstimmend, dass man unter Umständen in kleinen Fabriken mit einem Holländer beide Operationen vollführt.

Bei dem Halbholländer (Cylindre effilocheur, C. de grossisseur, C. à laver, Pile défileuse, *Washing engine*) ist es die Aufgabe, die vom Kochen herkommenden Hadern bis zu einem gewissen Grade zu zerfasern (in eine charpieähnliche Masse zu verwandeln) ohne weitergehende Zerkleinerung der einzelnen Fasern zu verursachen, sie nebenbei sorgfältigst zu waschen (s. S. 808) und von allen noch immer mechanisch beigemengten Theilen, Sand u. s. w. zu befreien.

Der Ganzholländer (Cylindre affineur, C. raffineur, C. broyeur, C. à broyer, Pile raffineuse, *Beating engine*, *Beater*, *Finisher*) hat den Zweck, die aus dem Halbholländer kommende Masse in einen solchen Feinheitszustand zu bringen, dass sie papierbildungsfähig wird, nebenbei aber noch zu waschen und sie von den Stoffen zu befreien, welche durch die gewöhnlich mit dem Halbzeug vorgenommene Bleiche hineingekommen sind.

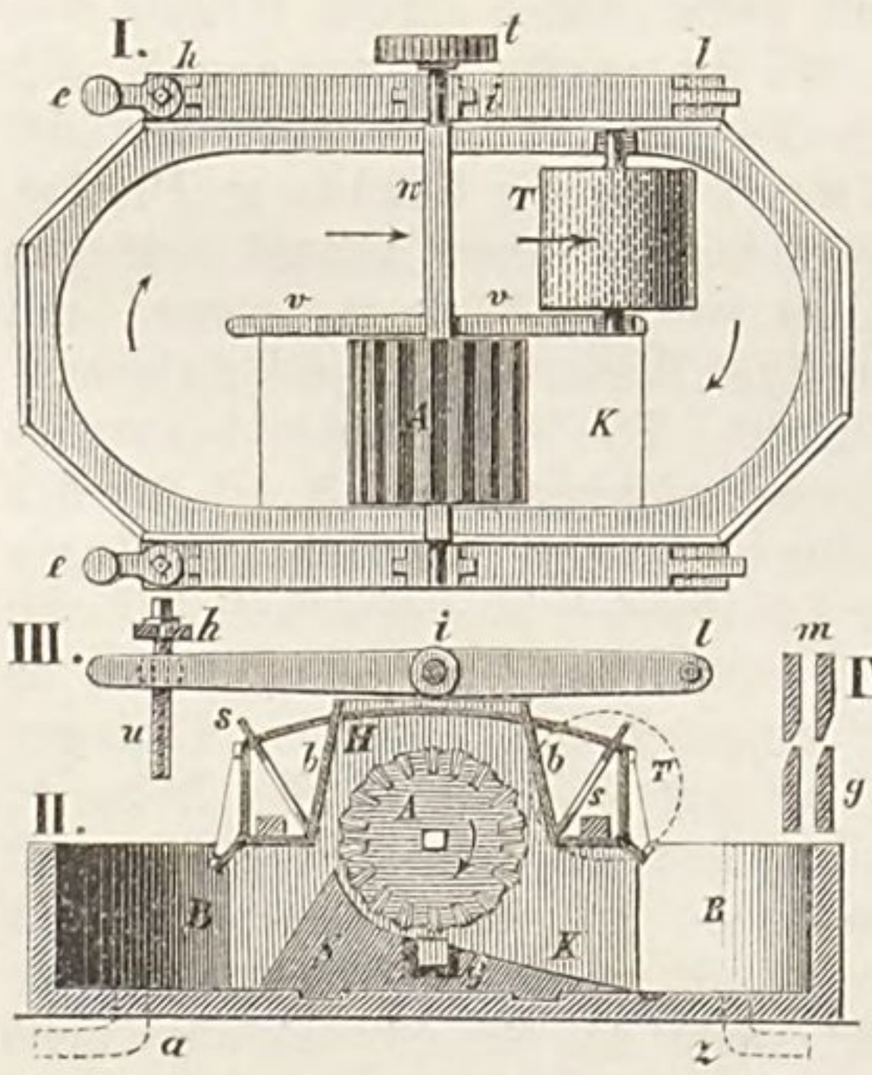


Fig. 542.

Nach Obigem besteht daher der Holländer aus dem Trog, dem Zerreissungsapparat und den Waschvorrichtungen.

In Fig. 542 I. und II. ist ein gewöhnlicher Holländer im Grundriss und im Längendurchschnitt dargestellt. Der Trog BB ist ein ovalerKasten, der entweder aus Holz, Stein (natürlichem oder künstlichem: Zement, Beton) oder, und zwar gewöhnlich, aus Gusseisen hergestellt ist. Kleine Holländer für einen Inhalt von 30 bis 60 kg. Hadern erhalten eine Länge von 2,5 bis 3,2 m., eine Breite von 1,35 bis 1,65 m. und eine Tiefe von 0,52 bis 0,75 m. Die Walzenlänge beträgt dann 0,5 bis 0,7 m. — Grössere nehmen 160 bis 200 kg. Lumpen auf, bei einer Länge von 4,2 m., einer Breite von 1,95 m. und einer Tiefe von 0,8 m., mit 0,9 m. Walzenlänge. — Die grössten endlich für 400 bis 500 kg. sind 6,75 m. lang, 2,85 m. breit und 0,9 m. tief; mit einer Walze von 1,5 m. Länge. — Die allergrössten fassen sogar 700 kg. Hadern.

---

1) Hütte, 1862. Taf. 34; 1863. Taf. 31. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 202; 1872. S. 273. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1868. S. 199. — Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1859. S. 171. — Publ. ind., V. 4. S. 125. — Polyt. Centr., 1856. S. 655; 1859. S. 1276; 1861. S. 1653; 1863. S. 430; 1864. S. 447; 1867. S. 1471; 1868. S. 818; 1874. S. 893. — Dingler's Journ., Bd. 153. S. 343; Bd. 172. S. 121; Bd. 189. S. 102; Bd. 213. S. 389.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Form der Tröge, weil davon die gute Zirkulation der Masse (erzeugt durch die Drehung der Walze), das sogenannte Ziehen abhängt. Nothwendig ist zunächst die Vermeidung aller Ecken, weshalb die Form rund oder oval sein kann. Die runde Form ist nicht praktisch gefunden, dahingegen die zweite durchgehends eingeführt. Sie ist entweder rein elliptisch oder sie wird gebildet aus zwei Langseiten mit etwas verschobenen kreisrunden Abschlüssen, wie Fig. 542, oder es ist nur die eine Seite, nämlich die, an welcher die Walze läuft, gerade und die andere ausgebaucht. — Der Trog wird durch eine Querwand v v in zwei Theile getheilt. Diese Querwand ist so hoch als der Kasten und steht von jedem Ende 0,5 bis 0,6 m. ab. Sie dient zur Erhaltung einer richtigen Zirkulation und befindet sich entweder genau in der Mittellinie oder etwas (5 bis 15 cm.) seitwärts. In letzterem Falle bewegt sich die Walze in der breiteren Abtheilung. Es wird dadurch in der schmalen Abtheilung ein höheres Niveau erzeugt und damit eine vermehrte Druckhöhe, so dass der Stoff mit grösserer Geschwindigkeit unter die Walze tritt.

Unter der Walze liegt auf dem Boden des Holländers als eine mässige Erhöhung der sogenannte Kropf (Berg, Sattel, Gorge, *Backfall*) S, welcher von einer Seite K her seicht, ungefähr unter einem Winkel von 15 Grad ansteigt, dann von dem Punkte, der vertikal unter der Walzenachse liegt, konzentrisch zu der Walze um etwa 1/4 Kreis weiter in die Höhe geht und endlich nach der andern Seite unter einem Winkel von 45 Grad wieder abfällt. An der Stelle, wo die sanfte Abdachung K sich an die konkave Rundung anschliesst, befindet sich, etwas seitlich von der Vertikallinie der Walzenmitte, das Grundwerk oder die Platte g (Platine, *Block*, *Red plate*). Dieses Grundwerk besteht aus einer Anzahl Schienen g IV., welche, von derselben Beschaffenheit wie die Walzenschienen, mit diesen zusammen arbeitend die scherenartige Wirkung auf die zwischentretenden Lumpen ausüben und sie zerreissen. Die Anzahl der Schneiden im Grundwerk beträgt 3 bis 20 und am zweckmässigsten 8 bis 10 für den Halb- und 12 bis 15 für den Ganzholländer. In der Querrichtung liegen sie konzentrisch zu der Walze und in der Längenrichtung gewöhnlich damit parallel. Sie werden entweder (nach Wegnahme der Walze) von oben in den Kropf eingesetzt oder von der Seite eingeschoben. Da das Einlegen jeder einzelnen Schiene umständlich ist, so legt man sie in der Regel in ein Holzstück oder einen eisernen Rahmen fest ein und bringt sie mit diesem in den Kropf, oder man umgiesst sie mit einem leichtflüssigen Metalle (Hartblei z. B.) und vereinigt sie zu einem festen Stücke, welches eingesetzt und festgekeilt wird. Man macht sogar das Grundwerk aus einem Stücke Bronze und bildet, wie oben erwähnt, die Schneiden durch Einhobeln dreieckiger Furchen.

Je nachdem man mit dem Holländer ein Zerfasern oder eine Verkleinerung der Fasern beabsichtigt, wird die Arbeit (das Mahlen) verschieden betrieben werden müssen. Das Fasermaterial ist, in gehöriger Weise mit Wasser angemacht, in den Holländer zu bringen, wo es durch die Drehung der Walze gewaltsam in den Zwischenraum zwischen Walze und Grundwerk hineingezogen und durch die scherenartige Wirkung des Zerreissungsapparates mehr oder weniger zermalmt, gleichzeitig aber so in Zirkulation gesetzt wird, dass es immer von Neuem dieser Wirkung entgegengetrieben wird, bis die richtige Beschaffenheit entstanden ist. Der Fortschritt des Zerreissens hängt also ab von der Geschwindigkeit der Walze, der Zahl und Schärfe der Schienen, sowie namentlich von der Ent-

fernung der Walzen- und Grundwerkschienen, indem eine grössere Annähernng derselben ein schärferes Angreifen zur Folge hat. Sämmtliche Punkte können nur erfahrungsmässig bestimmt werden. Wenn einerseits die Entfernung so gering als möglich einzurichten ist, weil dann ein schnelleres und feineres Mahlen eintritt, so wird sich doch andererseits der Abstand richten müssen nach der Feinheit des Materials vor und nach dem Mahlen, wenn ein Faserverlust durch Todtmahlen und ein ungleichförmiges Produkt vermieden werden soll, weshalb der Abstand grösser sein muss bei grobem und geringer bei feinem Zeuge. Da nun die Mahloperation immer mit gröberem Material beginnt und mit feinerem aufhört, so muss der Abstand im Anfange grösser als am Ende sein, und um dies möglich zu machen, trifft man eine Anordnung, welche Walze und Grundwerk sich zu nähern oder von einander zu entfernen gestattet. Entweder erreicht man eine nach dem Zustande des Zeuges sich richtende allmähliche Annäherung durch Senken der Walze oder Heben des Grundwerks. Da das letztere umständliche Vorrichtungen erfordert, so wendet man durchgängig die erstere Methode an. Um die Senkung der Walze ohne Beeinträchtigung der Stabilität zu bewirken, sind viele Einrichtungen getroffen, von denen aber folgende am gebräuchlichsten und einfachsten ist. An jeder Seite des Kastens liegt ein starker hölzerner oder eiserner Balken oder Träger hil, Fig. 542, (Hebladen) zur Aufnahme der beiden Achsenlager i. Das eine Ende l ist um einen Zapfen drehbar, mit einem Aufsatz am Holländer verbunden, während das andere Ende in einem ähnlichen Aufsatze an einer Schraube u hängt, welche durch Drehung der Kurbel e dasselbe senkt oder hebt und die Hebung und Senkung auf die Walze überträgt. Um dabei die Konzentrizität zwischen Walze und Grundwerk möglichst zu erhalten, liegt das hebende Ende h an der Seite des Kropfes, wo die steile Abdachung sich befindet.

Da es selbst bei dem sorgfältigsten Waschen vor und nach dem Kochen nicht zuverlässig zu erreichen ist, alle Schmutztheile zu entfernen, weil die im Innern der Hadern sitzenden erst nach der Auflösung des Gewebes etc. frei werden, andererseits aber durch das Bleichen wieder Stoffe zugeführt sind, die ebenfalls entfernt werden müssen, so ist unbedingt der Holländer mit Vorrichtungen ,zu versehen, die das Auswaschen fortsetzen, und dabei handelt es sich sowohl um Entfernung der schwereren Unreinigkeiten (Sand etc.), als auch der leichteren in Wasser suspendirten Schmutztheile. Zur Entfernung der ersteren dienen die sogenannten Sandfänge, der letzteren die Waschscheiben und Waschtrommeln.

Der Sandfang (Sablier, *Sand trap*) besteht in der Regel in einer 125 mm. breiten Vertiefung, die vor der aufsteigenden Ebene K liegt und nach der Aussenseite des Holländers sich etwas neigt. Diese Rinne wird von einem feinen Gitter aus Stäbchen oder Drahtgewebe, welches die schweren Theile (Sand) durchlässt, überdeckt. Man wählt die Stelle der Anbringung vor dem Kropf, weil hier die Zirkulation des Stoffes am langsamsten ist und das Niederfallen der schweren Substanzen begünstigt. Der Sandfang mündet durch die Holländerwand, um von aussen her leicht gereinigt werden zu können und wird durch einen Propf verschlossen. Häufig bringt man mehrere Sandfänge an und legt sie in die Abtheilung, in welcher die Walze nicht liegt. Man hat sogar den ganzen Holländerboden mit Drahtgewebe überdeckt.

Die Waschscheibe (Châssis) ist ein mit feinem Drahtgewebe überzogener Rahmen, der sich in dem Deckel befindet, welcher über der Walze liegt, um das Verspritzen des Zeuges zu verhüten und Haube (Verschlag,

Chapeau, *Case*) genannt wird. In Fig. 542 ist die Haube durch den Buchstaben H angezeigt. Sie besteht aus zwei vertikalen Seiten und Endstücken von Holz, welche mit einem bogenförmigen Holzdeckel zu einem Kasten vereinigt sind. An jeder Seite der Walze befindet sich eine Waschscheibe s. Beide liegen schräg in der Haube und schliessen zwei Räume ab, welche mit zwei Rinnen versehen sind. Wenn nun die Walze in Bewegung ist, wird das Zeug mit grosser Gewalt gegen diese Scheibe s geschleudert, in Folge dessen das Wasser mit den aufgelösten und fein vertheilten Verunreinigungen durch das Sieb geht und in der Rinne abläuft, während die Fasern zurückbleiben und in den Kasten fallen. In demselben Masse als das Wasser abläuft, muss dieses natürlich ersetzt werden, weil die Konsistenz des Zeuges dieselbe bleiben muss. Die Zuführung des Wassers geschieht in der Regel und am zweckmässigsten aus höher gelegenen Behältern durch den Boden des Holländers, unmittelbar vor der steilen Fläche des Kropfes, vermittelst Röhren a, welche mit Regulirungshähnen versehen sind. Diese Art des Eintritts hat den Vortheil, die Zirkulation zu befördern und ein Absetzen des Zeuges zu verhindern. Man unterstützt dies oft noch dadurch, dass man über der Oeffnung, durch welche das Wasser eintritt, eine schräge Platte anbringt, die das Wasser über den ganzen Boden verbreitet. — Wenn die Waschung vollendet ist, werden die Waschscheiben mit den sogenannten blinden Scheiben bb, das sind hölzerne, schräg eingeschobene Holztafeln ohne Sieb, bedeckt.

Anstatt der Waschscheiben oder auch neben denselben werden in neuerer Zeit immer mehr und mehr die Waschtrommeln (Tambour laveur) eingeführt. Die Waschtrommel, Fig. 543, besteht in der Regel aus einem sechs- oder achteckigen Hohlprisma von 0,6 bis 0,9 m. Durchmesser, das aus sechs bis acht Stäben gebildet ist, die mit Siebtuch a, a, a überzogen und zwischen denen ebensoviel Schaufeln ss angebracht sind, so dass das Innere ein Schöpfrad bildet, welches an den Stirnflächen durch kupferne Platten geschlossen ist. Das Ganze liegt mit der Achse in Lagern, welche auf den Trogrändern befestigt sind, so dass die Trommel etwa 0,15 m. tief in die Masse eintaucht und wird durch einen Riemen, ein Räderwerk oder durch das Ziehen des Zeuges in drehende Bewegung gesetzt. Indem nun fortwährend das Wasser von unten durch den Siebmantel in die Trommel eindringt, ohne die Fasern mitzunehmen, wird es von den krummen Flügeln aufgenommen, in die an der Welle d lose hängende Rinne o gegossen und durch ein, in der einen Endfläche sich befindendes, die Achse umgebendes Rohr ab- und weggeführt.

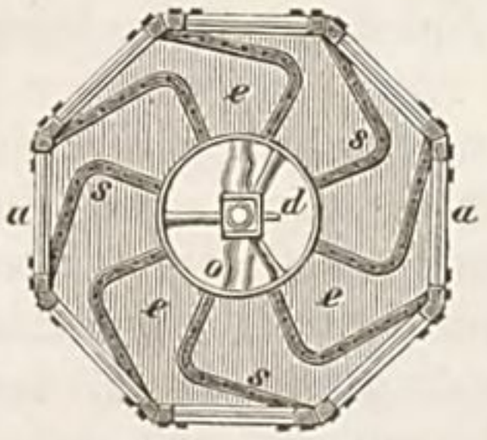


Fig. 543.

Zweckmässig ist auch eine Waschtrommel, welche keine Schöpfflügel besitzt, sondern wo die Abführung des Wassers durch einen Heber geschieht, der durch den einen, an einer Endscheibe sitzenden Drehzapfen geht. Die Waschtrommeln sind als eine sehr wesentliche Verbesserung anzusehen, indem sie mit den Waschscheiben zusammen oder auch allein eine viel schnellere Waschung herbeiführen und dabei nicht so viel Zeug vergeuden, wie bei den Waschscheiben in Folge des heftigen Anschleuderns unvermeidlich ist.

Die Arbeit im Holländer erfordert grosse Aufmerksamkeit; namentlich ist ein übermässiges Bestreben nach schneller Vollendung zu vermeiden. Was zunächst die Behandlung im Halbholländer anbetrifft, so werden die Lumpen, je nach der Grösse des Holländers, zu 25 bis 30 oder 50 bis 75,

bei den grossen Holländern, S. 811, wohl 200 bis 600 kg. eingetragen und so viel Wasser zugelassen, dass die Masse etwa 8 cm. vom Rande absteht, darauf die Walze aufgezogen und mit 150 bis 200 Umdrehungen pro Minute zugleich mit der Waschtrommel in Bewegung gesetzt, sowie gleichzeitig die Wasserzuströmuug regulirt. In diesem Zustande soll erst ein Waschen stattfinden, zu dessen Unterstützung man auch wohl noch den Sandfang öffnet. Wenn das Wasser klar und rein abzulaufen anfängt, was nach 30 bis 45 Minuten eintritt, wird der Holländer verschlagen, d. h. vor jede Waschscheibe die blinde Scheibe eingeschoben und jene daher ausser Wirksamkeit gesetzt. Gleichzeitig wird der Sandfang geschlossen und nun allmählich die Walze gesenkt, die Wirkung der Waschtrommel aber nicht unterbrochen. Mit dem Niederlassen der Walze wird so fortgeschritten, dass in der Regel nach etwa zwei Stunden eine Füllung (Holländer-Leere) in Halbzeug verwandelt ist und ausgefüllt werden kann. Rechnet man eine Füllung zu 25 bis 30 kg., so kann man bei zehnstündiger Arbeitszeit 125 bis 180 kg. Halbzeug (in grossen Holländern entsprechend mehr) erzeugen. Diese Produktion lässt sich durch scharfe und zahlreiche Beschienung zwar noch bedeutend steigern (um 50 bis 75 %), allein es ist dann eine Verminderung der Qualität zu befürchten. Das Entleeren des Holländers geschieht in der Regel durch den Boden bei z oder an der Seite durch Oeffnen eines Ventils oder Aufziehen eines Schiebers, in ein Gefäss, das sogenannte Leerfass, und um diese Operation leicht ausführen zu können, stellt man den Holländer gern hoch auf ein Gerüst oder Mauerwerk.

Im Ganzholländer wird die Arbeit auf gleiche Weise mit 150 bis 250 Umdrehungen der Walze vorgenommen, nur mit noch grösserer Aufmerksamkeit, um das Todtmahlen zu verhindern. Ausserdem findet das Waschen vermittelst der Waschtrommel (Waschscheiben kommen beim Ganzholländer selten vor) nur im Anfange und zwar so lange Statt, bis die noch von der Bleiche herrührenden Bleichstoffe unter Anwendung von Antichlor (siehe Bleichen) gänzlich entfernt sind, indem ein fortgesetztes Waschen zu viel Zeug wegführen würde. Die Leistungen des Ganzholländers werden mit denen des Halbholländers so in Einklang gebracht, dass jener in gleicher Zeit so viel Halbzeug zu Ganzzeug verarbeitet, als dieser liefert. Man rechnet dann gewöhnlich als Jahresleistung eines Halb- und Ganzholländers 35000 bis 50000 kg. fertiges Papier.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche die Stoffmühle als Verkleinerungsmaschine für die Papierfabrikation besitzt, konnte es nicht ausbleiben, dass mäu mit der Zeit nicht allein Verbesserungen anbrachte, sondern selbst ganz neue Einrichtungen erfand. — Hierbei hat man besonders die Verminderung der Betriebskraft im Auge, die bei kleinen Holländern auf 4 bis 5 Pferdestärken angenommen wird. Nach Angaben von Lespermont[1]) gebraucht ein Holländer mit Walze von 1 m. Durchmesser, 70 cm. Länge mit 180 Umdrehungen pro Minute 6,1 Pferdestärken, wovon 1,5 auf die Walzenreibung, 0,6 auf das Mahlen und 4,0 auf die Bewegung des Zeuges kommen. — Da man nun annehmen kann, dass das Zeug in 2 Minuten einmal durchläuft und dies des Watens wegen nur durch eine Peripheriegeschwindigkeit der Walze von 8 bis 10 m. in der Sekunde geschieht (während 0,5 bis 0,6 m. genügen sollten), dabei sehr schwere Walzen fordert, so hat man mit Recht in Vorschlag gebracht, die Arbeit des Ziehens den Walzen abzunehmen und einem besonderen Organ zu über-

1) Hoffmann, Fabrikation des Papiers, S. 150.

tragen. Auf diesem Grundsatz beruht die Einrichtung des in Fig. 544 dargestellten Holländers. Die Walze S, welche leicht und daher von geringerem Durchmesser (450 mm.) sein kann, ist mit 48 Messern besetzt, so hoch angelegt, dass sie wenig im Wasser watet und daher geringen Widerstand erfährt. Für die Zuführung des Stoffes ist sodann ein besonderes Schöpfrad E (Stofftreiber, Elévateur, *Pulp propeller;* Elevatorholländer) angebracht, welches das Zeug an dem zylinderförmigen Kropf h in die Höhe zwischen Walze und Grundwerk hebt. Da diese Hebung mit einem Stofftreiber von 1,2 m. Durchmesser bei 1,25 Umdrehungen in der Minute möglich ist, so ist die Krafterspariss dieses Holländers (es wird 40 bis 50 % angegeben) erklärlich. — Bei den gewöhnlichen Holländern ist trotz des Ziehens ein Zubodensinken der Lumpen im Beginn der Arbeit unvermeidlich und oft durch besondere Rührer aufzuhalten. Da an dem Elevatorholländer, Fig. 544, durch das Schöpfrad der Stoff aus der tiefsten Stelle des Troges B emporgehoben wird, so ist hierdurch auch dieser Mangel beseitigt.

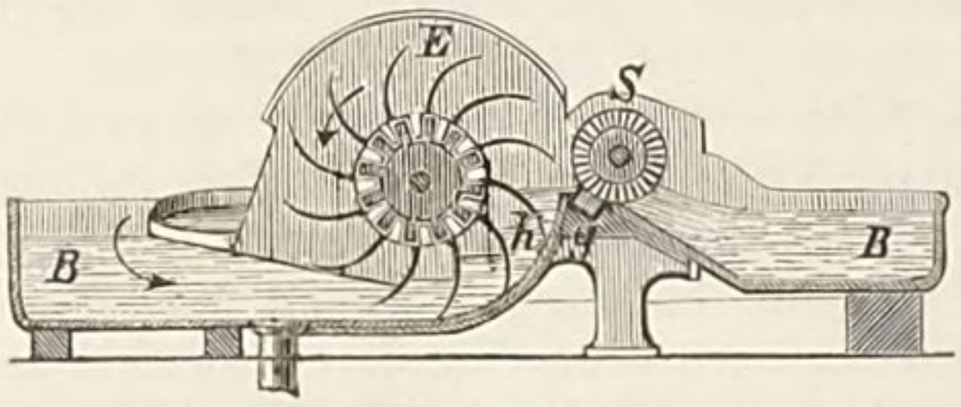


Fig. 544.

Nach Art der Farbe- oder Kaffeemühlen gebaute Holländer (konische Holländer)[1]), sowie die auf dem Prinzip der Mahlmühlen beruhenden, mit gegeneinander wirkenden Scheiben ausgestatteten (Scheiben-H., Zentrifugal-H.) scheinen nur für Zeuge von geringer Qualität in einzelnen Fällen geeignet.[2]) — Dasselbe gilt für den sogenannten Selfaktor, bei dem die Senkung der Walze kontinuirlich von ihr selbst durch Schrauben, welche die Lager tragen, Schnecken und Schraubenräder, welche diese Schrauben drehen, erfolgt.[3])

IV. **Nebenarbeiten bei der Zeugbereitung.**

Die verschiedenen Gebrauchszwecke des Papiers fordern von dem letzteren auch verschiedene Eigenschaften und Beschaffenheiten, welche wieder namentlich abhängen von der Beschaffenheit des Materials, aus dem das Papier allendlich hergestellt wird, und sich demnach nach der Auswahl der Fasern ändern und bestimmen lassen, weshalb diese Auswahl und demnach die Zusammensetzung des Zeuges, (die Zeugmischung), eine sehr wichtige Aufgabe der Papierfabrikation ist.

Aus der bereits oben gemachten Andeutung über die Art und Weise der Papierbildung geht hervor, dass ein Papierstück aus einer unendlich grossen Anzahl kurzer und dünner Fasern besteht, welche ihren Zusammenhang durch eine Art Verfilzung erhalten haben und zwischen sich eine ebenso grosse Anzahl kleiner Oeffnungen lassen, die dem Papier eine schwammige, einsaugende (löschende) Beschaffenheit ertheilen, welche bewirkt, dass eine mit dem Papier in Berührung kommende Flüssigkeit mit grosser Geschwindigkeit sich nach allen Richtungen ausbreitet und das Papier durchzieht. So wichtig diese Eigenschaft in vielen Fällen ist, (bei Filtrir-, Lösch-, Fliesspapier), so tritt sie beim Gebrauch des Papiers in noch mehreren Fällen störend auf, wie es z. B. unmöglich ist, auf

---

1) Polyt. Centr., 1861. S. 706. — Dingler's Journ., Bd. 159. S. 334. 2) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1859. S. 171. — Polyt. Centr., 1859. S. 1276. — Dingler's Journ., Bd. 153. S. 343. 3) Dingler's Journ., Bd. 86. S. 12.

solchem Papier zu schreiben, zu zeichnen oder zu malen. Die Verstopfung der Poren in solcher Weise, dass die Papieroberfläche eine porenfreie Fläche bildet, ist allein im Stande, die einsaugende Eigenschaft zu vernichten und die Tauglichkeit zum Schreiben u. s. w. zu erzeugen. Eine solche Verstopfung kann, wie bereits bei der Appretur der Gewebe, S. 753, erörtert ist, zum Theil allerdings durch Zusatz fein vertheilter pulverförmiger Substanzen hervorgebracht, allein nur durch Mittel, welche eine die Fasern verklebende Eigenschaft haben, vollständig erreicht werden. Die hierzu dienende Substanz wird kurzweg Leim und der erforderliche Process Leimen genannt.

Da ferner durch Beimischung pulverförmiger Körper in derselben Weise wie bei der Gewebe-Appretur, S. 754, die Erzeugung von Glanz und Glätte oft bedeutend begünstigt und erleichtert wird, so findet auch in der Fabrikation des Papiers der Zusatz solcher Füllstoffe ausserordentlich häufig Statt. (Füllen).

In der Regel besitzen die gekochten und gewaschenen Lumpen eine sehr unansehnliche gelblich-braune Farbe, zu deren Beseitigung vor Allem ein vollständiger Bleichprozess erforderlich ist, und deren, selbst nach der Bleiche gewöhnlich noch vorhandener Ton durch einen Zusatz anderer Farben (namentlich blauer und rother) für das Auge angenehm geändert wird (Bläuen).

Wenngleich also zwar die Hauptarbeit bei der Erzeugung des Papierzeuges in der Zerfaserung der Hadern besteht, so sind doch ausser diesen noch mehrere Arbeiten uud Prozesse zur Herbeiführung bestimmter Eigenschaften mehr oder weniger unerlässlich. Diese Arbeiten und Prozesse zerfallen als Nebenarbeiten der Zeugbereitung demnach in Bleichen, Mischen, nebst Füllen, Bläuen und Leimen.

A. Bleichen.

Die Bleiche[1]) (Blanchiment, *Bleaching*) bezweckt im Allgemeinen und so auch hier die Zerstörung der Farbstoffe zur Erzielung einer möglichst weissen Farbe. In der Papierfabrikation folgte sie früher unmittelbar auf das Kochen und Waschen der Lumpen. Da aber ohne Frage das Bleichen vollständiger, leichter und schneller von Statten geht, wenn die einzelnen Fasern für sich und nicht im Gewebe der Einwirkung der Bleichmittel ausgesetzt werden, so ist das frühere Verfahren fast ganz aufgegeben und an seine Stelle das Bleichen des Halbzeugs gesetzt. Mitunter kommt wohl noch ein Bleichen der Lumpen als Vorbereitung für die eigentliche Bleiche vor. In allen Fällen kann selbstverständlich weder von Rasenbleiche noch gemischter Bleiche die Rede sein, sondern nur von der reinen Chlorbleiche, da das Chlor das Hauptbleichmittel in der Papierfabrikation ist. Man wendet es entweder in reinem Zustande als Gas, oder in Wasser aufgelöst als Chlorwasser, oder in Verbindungen an. Von den letzteren ist namentlich der Chlorkalk hervorzuheben, wenngleich in neuerer Zeit noch andere Verbindungen vorgeschlagen sind, namentlich Chlormagnesium, dessen Anwendungswerth jedoch noch nicht genügend festgestellt ist.

Das Halbzeug, welches der Chlorgasbleiche unterworfen werden soll, bedarf keiner weiteren Vorbereitung, als der Entfernung des Wassers bis zu dem Grade, dass nur noch so viel Wasser in demselben enthalten bleibt, als nöthig ist zur Vermittelung der Chlorwirkung. In der Praxis

1) Polyt. Centr., 1856. S. 214; 1857. S. 1562; 1862. S. 1306, 1453. — Dingler's Journ., Bd. 137. S. 376; Bd. 144. S. 359; Bd. 167. S. 77.

hält man das Papierzeug für genügend nass, wenn es, mit der Hand ausgedrückt, kein Wasser fahren lässt. Um es in diesen Zustand zu bringen, bedarf es einer Entwässerung, die entweder eine freiwillige oder durch Pressen bewirkte ist. Bei der freiwilligen Entwässerung bringt man das Zeug in Kästen, die sich nach unten etwas verengen und deren Böden und Seitenwände aus mit Metalltuch überzogenen Rahmen bestehen, oder die nur einen aus eng zusammenliegenden Latten oder Hohlziegeln gebildeten Boden haben. Das in diese Behälter geschüttete Zeug verliert, sich selbst überlassen, eine genügende Menge Wasser und hat den Vortheil, eine lockere, das Chlor leicht durchlassende Beschaffenheit zu erhalten; allein das Wasser ist ungleichmässig vertheilt und die Operation geht sehr langsam von Statten, weshalb sie namentlich in grossen Fabriken durch das Entwässern in Pressen verdrängt ist. Als Presse wird, wenn auch selten, eine hydraulische oder eine Walzenpresse angewendet. Die erstere liefert einen mehr oder weniger festen Kuchen, der gewöhnlich einer Auflockerung durch eine Art von Wolf verlangt. Die Walzenpresse hat grosse Aehnlichkeit mit den sogenannten Nasspressen der Papier-Maschine, (siehe diese) und besteht aus einem oder mehreren Walzenpaaren, die zweckmässig mit Filztuch überzogen und durch Gewichte beschwert sind, und zwischen welchen ein Tuch ohne Ende geht, auf dem das Papierzeug vermittelst einer besonderen Hebevorrichtung ausgebreitet wird. Man erhält hierbei das Zeug in Form einer zusammenhängenden, nur einige mm. dicken Pappe, welche aufgerollt in die Bleichkästen gebracht werden kann. Da diese Pressen übrigens komplicirt und umständlich in der Behandlung sind, so ist auch hier zum Austrocknen ganz alllgemein aus denselben oben, S. 736, entwickelten Gründen, die Zentrifugal-Trockenmaschine in Gebrauch, die im Wesentlichen mit der, S. 737, näher beschriebenen, durch Fig. 545 vor Augen geführten übereinstimmt und nur dadurch sich davon unterscheidet, dass der Kessel statt aus durchlöchertem Blech gewöhnlich aus Drahtsiebzeug hergestellt wird.

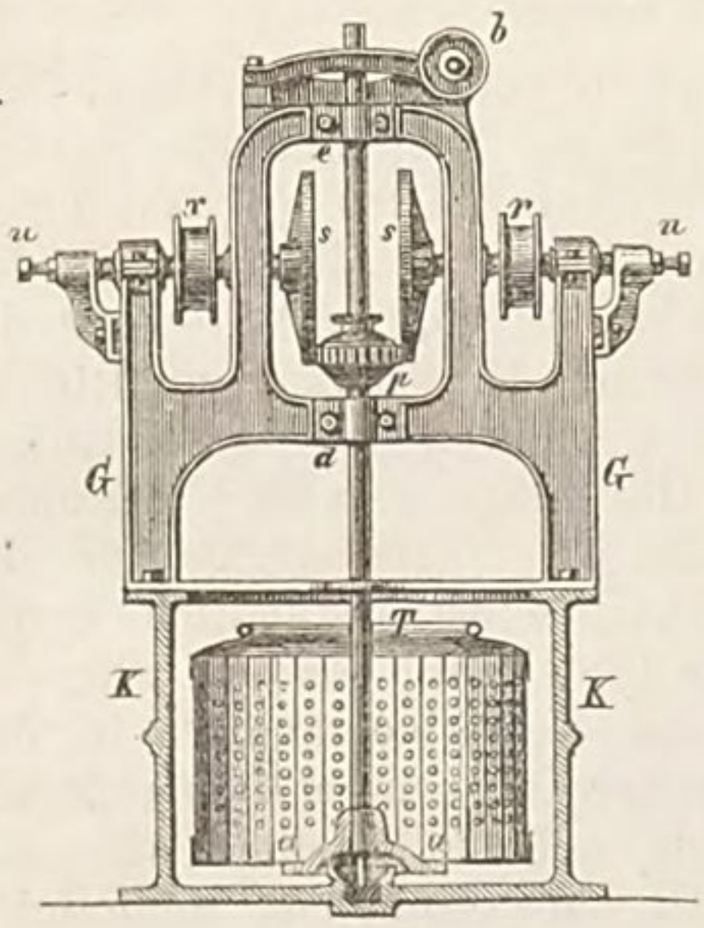


Fig. 545.

Das auf irgend eine Weise entwässerte Zeug wird in den Bleichkästen der Einwirkung des Chlorgases ausgesetzt. Diese Bleichkästen sind hölzerne, mit Theer ausgestrichene, oder steinere Behälter von solcher Grösse, dass sie mindestens 1000 kg. Zeug zu fassen vermögen. Man giebt ihnen zweckmässig eine Länge von 3,75, eine Breite von 1,9 und eine Höhe von 1 bis 1,25 m., und schiebt das Zeug, auf Hürden ausgebreitet, hinein. Zur Unterstützung des Bleichprozesses lässt man durch angebrachte Glasfenster Licht einfallen. Was die Bleich-Operation selbst anbelangt, so verfährt man etwa auf folgende Weise: Nachdem der Chlorentwickelungsapparat beschickt, (man rechnet durchschnittlich auf 100 kg. trockenes Zeug, 4 kg. Braunstein, 5 kg. Kochsalz und 10 kg. konzentrirte Schwefelsäure) und mit den vollkommen gedichtenen Kästen auf geeignete Weite verbunden ist, lässt man, ohne zu erwärmen der Chlorentwickelung $^3/_4$ bis 1 Stunde freien Lauf, führt alsdann mit Behutsamkeit 2 bis 3 Stunden lang Wasserdampf ein, doch so, dass die Temperatur 40° C. nicht übersteigt, und erhöht von da an die

Wärme bis auf 100° C. Die Entwickelung muss 6 bis 7 Stunden dauern. Die ganze Zeit für die Berührung des Chlors mit dem Zeuge richtet sich nach der Beschaffenheit und Menge des letzteren und beträgt durchschnitlich 24 bis 36 Stunden. Eine zu lange Einwirkung schadet der Festigkeit der Fasern.

Das Bleichen des Zeuges mit Chlorwasser ist wegen der Umständlichkeit und Unsicherheit so wenig in Gebrauch, dass es hier übergangen werden kann.

Am weitesten Verbreitung hat übrigens in der Papierzeugbleicherei das Bleichen mit Chlorkalk oder Bleichkalk gefunden. Diese Chlorverbindung besteht dem Wesen nach aus unterchloriger Säure und Kalk mit Beimengungen von Chlorkalzium und Kalkhydrat. Für sich allein angewendet, ist die Wirkung des Chlorkalks gering. Mit Säure zusammengebracht, zersetzt sich derselbe übrigens sehr leicht, indem diese die unterchlorige Säure austreibt, welche letztere sich aber sofort weiter in Sauerstoff und Chlor zerlegt. Dabei vereinigt sich der Sauerstoff mit dem früher mit Chlor vereinigten Calzium und macht auch diesen Antheil Chlor frei. Jede Säure, selbst die schwache Kohlensäure, vermag diese Zersetzung zu bewirken. In dem vorliegenden Falle wird indessen entweder Schwefel-Säure oder Salzsäure verwendet. Es lässt sich nicht in Abrede stellen, dass die Schwefelsäure und Salzsäure viel leichter einen schädlichen Einfluss auf die Festigkeit der Fasern ausüben, als die Kohlensäure (die, Schwefel-Säure besonders deshalb, weil sie nicht flüchtig ist, bei den Temperaturen, wie sie in der weiteren Verarbeitung des Zeuges angewendet werden und sich daher immer mehr konzentrirt) und die Anwendung der Kohlensäure, die man entweder aus den Verbrennungsgasen der Feuerung oder durch Auffangen aus einem Kalkofen oder durch Entwickelung aus kohlensauren Salzen, (Marmor, Kreide) vermittelst Säuren enthält, daher gewisse Vorzüge besitzt. Allein sie wird wegen der Umständlichkeit ihrer Anwendung nicht oft gebraucht. Ob nun zur Chlorentwickelung die Schwefelsäure oder die Salzsäure den Vorzug verdient, ist im Allgemeinen nicht zu bestimmen, indem der im ersteren Falle entstehende, schwer lösliche schwefelsaure Kalk gewöhnlich dem Papier (wenn er nicht ganz ausgewaschen ist) nicht schadet und das im zweiten Falle entstehende Chlorkalzium als höchst leicht löslich, schnell weggewaschen wird.

Zur Bleichoperation mit Chlorkalk bereitet man sich zunächst von diesem eine Auflösung vermittelst einer einfachen Drehtonne und setzt von dieser durch Absetzenlassen klar gewordenen Lösung dem Zeugbrei zu, mischt beides gehörig und entwickelt die Wirkung durch allmählichen Zusatz von Säure und stetige Bewegung der Masse. Die Bewegung und Vermischung geschieht entweder im Holländer, oder in einer besonderen Bleichmaschine. Im ersteren Falle benutzt man entweder denselben Holländer, in welchem das Halbzeug gemahlen wird und setzt dann kurz vor dem Fertigmahlen die Chlorkalklösung zu, oder man wendet einen besonderen Bleichholländer an, der zwischen Halb- und Ganzholländer steht. Hierbei gewährt eine terrassenförmige Aufstellung grosse Bequemlichkeit. Ein besonderer Bleichholländer verdient aus mehreren Gründen den Vorzug. Man spart an Zeit und Bleichmaterial und vermeidet das Angreifen der Holländerschienen. Man macht nämlich den Bleichholländer etwa $1^1/_2$ Mal so gros als den Halbholländer (dass er etwa 3000 bis 4000 Liter Wasser mit 250 bis 350 kg. u. m. Zeug aufnehmen kann), und giebt ihm eine Walze mit 25 hölzernen Schienen und zweckmässig zwei Waschtrommeln und Sandfang. Von diesem Bleichholländer unterscheidet sich die Bleichmaschine

nicht wesentlich, nämlich gewöhnlich nur darin, dass ihre Walze statt der Schienen mit Bleiblech überzogene Flügel von Holz (6 bis 8) besitzt, und dass häufig Mittelwand und Kropf weggelassen werden. — Die Menge des anzuwendenden Chlorkalks, sowie der Säure richtet sich natürlich für eine Leere nach der Quantität und Qualität der Lumpen. Der Chlorkalkzusatz variirt zwischen 1 bis 8 kg. auf 100 kg. Lumpen. Der Zusatz der mit Wasser verdünnten Säure findet in der Weise Statt, dass man alle halbe Stunde den dritten Theil zufliessen lässt, weil dann die Chlorentwickelung nicht zu stürmisch wird. Nachdem dann nach dem letzteren Säurezusatz noch $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunde vergangen ist, lässt man die Flüssigkeit durch den Boden in einen besonderen Behälter ab, um sie wiederum mit frischem Chlorkalk vermischt, zu gebrauchen. Das zurückbleibende Zeug wird entweder in Haufen aufgeschüttet und so noch eine Zeitlang (bis 30 Stunden) einer Nachwirkung des Chlors ausgestetzt, oder in den Ganzholländer gebracht oder im Bleichholländer selbst erst gewaschen. Diese Nachbleiche wurde namentlich früher viel angewendet; jetzt dahingegen findet bei den feinen Papierzeugen sehr häufig eine Nachbleiche im Ganzholländer Statt, (siehe die Tabelle über die Stoffmischung). Da sie aber grosse Aufmerksamkeit und viel Zeit in Anspruch nimmt, so pflegt man sie auch zu umgehen und durch einen vergrösserten Säurezusatz überflüssig zu machen. Unter allen Umständen muss nach der Bleiche und vor der weiteren Zerfeinerung das Halbzeug durch Waschen von Chlor, Säure u. s. w. befreit werden, wozu die Bleichmaschine oder der Holländer Waschtrommeln besitzt.

Neuerdings wendet man, um die Nachwirkung des Chlors durch die Bindung desselben an andere Körper aufzuheben, unterschwefligsaures Natron an, welches durch das Chlor unter Wasserzersetzung in leicht lösliches, unschädliches, schwefelsaures Natron verwandelt wird. Man löst, nachdem der grösste Theil des Chlors schon durch Waschen entfernt ist, eine geringe Menge des Salzes in Wasser, fügt dieses zu der Flüssigkeit im Holländer und unterbricht hier eine kurze Zeit das Waschen, um die Zersetzung vor sich gehen zu lassen. Darauf lässt man noch einige Minuten lang Wasser durchfliessen, um die neugebildeten Verbindungen zu entfernen. Durch die Anwendung des unterschwefligsauren Natrons oder Antichlors kann die Dauer des Waschens bedeutend abgekürzt werden; während man ohne dasselbe bis 45 Minuten lang waschen musste, so erreicht man mit ihm die Wasche schon in 20 Minuten. — Man erkennt die Abwesenheit des freien Chlors daran, dass Jodkaliumkleister sich von der Waschflüssigkeit nicht mehr bläut.

B. Mischen und Füllen.

1) **Mischen.** Was das Mischen der Hadern in Bezug auf ihre Verarbeitung anbetrifft, so ist darüber schon das Nöthige bei dem Sortiren erörtert und dort bewiesen, dass das Sortiren eine Folge der nothwendigen Zeugmischung ist. Es ist hier demnach nur nachzutragen, was sich auf das Mischen in Betreff auf die Papiergattung bezieht und wie Qualität und Quantität des Zeuges hierbei zu berücksichtigen ist.

Vor Allem ist auch hier dem Grundsatze zu folgen: nur möglichst Gleichartiges zu mischen; da nur ein gleichartiges Produkt erzielt werden kann, wenn auch das Material von gleichartiger Beschaffenheit ist.

Daraus folgt, dass das zur Mischung bestimmte Zeug in vollkommen oder beinahe fertigem Zustande (Ganzzeug oder Halbzeug) sein muss, und dass sich die Mischungsverhältnisse nur innerhalb kleiner, durch die Er-

fahrung festgestellter Grenzen ändern lassen. — Mit gleichzeitiger Beziehung auf die S. 798 aufgestellte Hadernskale können die in folgender Tabelle zusammengestellten Verhältnisse als bewährte gelten; zugleich auch in Rücksicht auf die verschiedenen Mengen der gemeiniglich zur Verfügung stehenden Hadern. —

Tabelle der Zeugmischung in Prozenten, mit Angabe des Materialverbrauchs in kg. auf 100 kg. Zeug, und der Einwirkungszeiten.

Papiersorten.	Halbstoff.		Kochen.		Halbzeugbleiche.					Mahlung.		Ganzstoff.		
												Nachbleiche.		
	Prozent.	Von Nr.	Mit	Std.	Cl.	Std.	ClO.	$SO_3 + 2OH_2O$.	Std.	Halbzeug. Std.	Ganzzeug. Std.	ClO.	Std.	Waschen. Std.
Brief- I., extrafein	50	1	3/8 Soda	3	—	—	1/3	1/3	12	3	5	1/3	3	1
	50	3	1 1/2 »	4	—	—	2/3	2/3	24	5	5	1/3	3	1
Brief- I., dickes	75	1	3/8 »	3	—	—	1/3	1/3	12	3	5	1/3	3	1
	25	3	1 1/2 »	4	—	—	2/3	2/3	24	5	5	1/3	3	1
Brief- I., extra dünn	25	2	5/8 »	3	—	—	1/2	1/2	18	4	6	1/3	4	1
	75	3	1 1/2 »	4	—	—	2/3	2/3	24	5	6	1/3	4	1
Brief- II., fein	50	2	5/8 »	3	—	—	1/2	1/2	18	3	4	1/6	2	1/2
	50	3	1 1/2 »	4	—	—	2/3	2/3	24	4	4	1/6	2	1/2
Brief- III., mittelfein	25	3	3 Kalk	4	—	—	2/3	2/3	24	4	3	—	—	1/2
	25	4	4 »	5	1 1/2	18	—	—	—	3	3	—	—	1/2
	50	8	3 »	4	—	—	1	1	36	3	3	—	—	1/2
Schreib- I., Post-	50	2	5/8 Soda	3	—	—	1/2	1/2	18	4	4	1/4	2	1
	50	3	1 1/2 »	4	—	—	2/3	2/3	24	5	4	1/4	2	1
Schreib- II., fein Kanzlei-	25	3	3 Kalk	4	—	—	2/3	2/3	24	4	3	1/4	2	1
	50	4	4 »	5	1	12	—	—	—	3	3	1/4	2	1
	25	8	3 »	4	—	—	2/3	2/3	24	3	3	1/4	2	1
Schreib- III., Kanzlei-	50	4	4 »	5	3/4	9	—	—	—	3	3	—	—	1/2
	25	8	3 »	4	—	—	2/3	2/3	24	4	3	—	—	1/2
	25	9	5 »	6	1	12	—	—	—	3	3	—	—	1/2
Schreib- IV., Konzept-	25	5	5 »	6	1	12	—	—	—	3	3	—	—	1/2
	50	6	6 »	7	1	12	—	—	—	3	3	—	—	1/2
	25	9	5 »	6	—	—	—	—	—	3	3	—	—	1/2
Druck-, Kupfer-	25	1	3/8 Soda	3	—	—	1/3	1/3	12	3	4	1/3	3	1/2
	50	2	5/8 »	4	—	—	1/2	1/2	18	4	4	1/3	3	1/2
	25	11	5/8 »	4	—	—	1/2	1/2	18	3	4	1/3	3	1/2
Druck-, Stahl-	25	1	3/8 »	3	—	—	1/3	1/3	12	3	4	1/3	3	1/2
	75	2	5/8 »	4	—	—	1/2	1/2	18	4	4	1/3	3	1/2
Druck-, Stein-	25	1	3/8 »	3	—	—	1/3	1/3	12	3	4	1/3	3	1/2
	25	2	5/8 »	4	—	—	1/2	1/2	18	4	4	1/3	3	1/2
	50	11	5/8 »	4	—	—	1/2	1/2	18	3	4	1/3	3	1/2
Druck- I., Post-, extrafein	25	2	5/8 »	4	—	—	1/2	1/2	18	4	3	1/4	2	1/2
	25	3	3 Kalk	4	—	—	2/3	2/3	24	5	3	1/4	2	1/2
	25	8	3 »	4	—	—	1	1	36	3	3	1/4	2	1/2
	25	11	5/8 Soda	4	—	—	1/2	1/2	18	3	3	1/4	2	1/2
Druck- II., Kanzlei-, fein	25	3	3 Kalk	4	—	—	2/3	2/3	24	5	3	1/5	2	—
	25	8	3 »	4	—	—	1	1	36	4	3	1/5	2	—
	25	11	—	—	—	—	1/2	1/2	18	3	3	1/5	2	—
	25	12	6 Kalk	7	—	—	1/2	1/2	18	3	3	1/5	2	—
Druck- III., Kanzlei-, mittelfein	25	4	4 »	5	1	12	—	—	—	3	3	—	—	—
	25	9	5 »	6	1 1/3	16	—	—	—	3	3	—	—	—
	25	12	6 »	7	—	—	1/2	1/2	18	3	3	—	—	—
	25	13	5 »	6	—	—	1	1	36	3	3	—	—	—
Druck- IV., ord. Kanzlei	25	5	5 »	6	1	12	—	—	—	3	2 1/2	—	—	—
	25	13	5 »	6	—	—	1	1	36	3	2 1/2	—	—	—
	25	14	7 »	7	1 1/2	18	—	—	—	3	2 1/2	—	—	—
	25	17	10 »	7	—	—	1	1	36	3	2 1/2	—	—	—

Papiersorten.	Halbstoff.		Kochen.		Halbzeugbleiche.					Mahlung.		Ganzstoff.		
	Prozent.	Von Nr.	Mit	Std.	Cl.	Std.	ClO.	$SO_3 + 20\,HO$.	Std.	Halbzeug Std.	Ganzzeug. Std.	Nachbleiche. ClO.	Nachbleiche. Std.	Waschen. Std.
Druck- V., ord. Konzept-	25	6	6 Kalk	7	1	12	—	—	—	3	$2^1/_2$	—	—	—
	25	14	7 »	7	1	12	—	—	—	3	$2^1/_2$	—	—	—
	25	16	6 »	7	—	—	—	—	—	3	$2^1/_2$	—	—	—
	25	17	10 »	7	—	—	—	—	—	3	$2^1/_2$	—	—	—
Seiden-, Einschlag-	25	2	$^5/_8$ Soda	3	—	—	$^1/_2$	$^1/_2$	18	3	6	—	—	1
	25	3	3 Kalk	4	—	—	$^2/_3$	$^2/_3$	24	3	6	—	—	1
	25	4	4 »	5	$1^1/_2$	18	—	—	—	3	6	—	—	1
	25	8	3 »	4	—	—	1	1	36	3	6	—	—	1
Bilder-Einlage-	25	1	—	—	—	—	$^1/_3$	$^1/_3$	12	3	6	—	—	2
	25	2	$^5/_8$ Soda	3	—	—	$^1/_2$	$^1/_2$	18	3	6	—	—	2
	25	8	3 Kalk	4	—	—	1	1	36	3	6	—	—	2
	25	11	—	—	—	—	$^1/_2$	$^1/_2$	18	3	6	—	—	2
Töpferdruck-	25	3	3 Kalk	4	—	—	$^2/_3$	$^2/_3$	24	3	5	—	—	—
	25	8	3 »	4	—	—	$^2/_3$	$^2/_3$	36	3	5	—	—	—
	25	13	5 »	6	—	—	1	1	36	3	5	—	—	—
	25	17	10 »	7	—	—	1	1	36	3	5	—	—	—
Kopir-	25	1	—	—	—	—	$^1/_3$	$^1/_3$	12	3	5	—	—	—
	25	3	3 Kalk	4	—	—	$^2/_3$	$^2/_3$	24	3	5	—	—	—
	25	9	5 »	6	2	24	—	—	—	3	5	—	—	—
	25	12	6 »	7	—	—	$^2/_3$	$^2/_3$	24	3	5	—	—	—
Goldschlag-	50	5	5 »	6	1	12	—	—	—	3	4	—	—	—
	25	6	6 »	7	$1^1/_4$	15	—	—	—	3	4	—	—	—
	25	14	7 »	7	$1^1/_4$	15	—	—	—	3	4	—	—	—
Cigaretten-	25	1	—	—	—	—	—	—	—	3	6	—	—	—
	50	2	—	—	—	—	—	—	—	3	6	—	—	—
	25	11	—	—	—	—	—	—	—	3	6	—	—	—
Farbig Umschlag-, fein	25	3	3 Kalk	4	—	—	$^2/_3$	$^2/_3$	24	3	3	—	—	$^1/_2$
	50	4	4 »	5	1	12	—	—	—	4	3	—	—	$^1/_2$
	25	8	3 »	4	—	—	$^2/_3$	$^2/_3$	24	3	3	—	—	$^1/_2$
Farbig Umschlag-, mittel	50	4	4 »	5	$^2/_3$	9	—	—	—	—	—	—	—	$^1/_2$
	25	8	3 »	4	—	—	$^2/_3$	$^2/_3$	24	4	3	—	—	$^1/_2$
	25	9	5 »	6	1	12	—	—	—	3	3	—	—	$^1/_2$
Blau Pack-	75	10	—	—	—	—	—	—	—	$2^1/_2$	$2^1/_2$	—	—	—
	25	15	—	—	—	—	—	—	—	$2^1/_2$	$2^1/_2$	—	—	—
Grau Pack-	50	7	—	—	—	—	—	—	—	2	$2^1/_2$	—	—	—
	25	14	—	—	—	—	—	—	—	2	$2^1/_2$	—	—	—
	25	16	—	—	—	—	—	—	—	2	$2^1/_2$	—	—	—

Vorstehende Tabelle enthält ausser der Angabe über die Mischung, noch über das Kochmaterial und die Kochzeit, über Bleichmaterial und die Bleichzeit, Mahlzeit nnd Waschen im Ganzholländer praktisch bewährte Mittheilungen und bedarf einer weiteren Erklärung nicht, als dass die Rubrik mit Cl. bezeichnet die Chlorgasbleiche, mit Cl O. die Chlorkalkbleiche bedeutet. In beiden Fällen lässt sich die angegebene Gewichtsmenge Cl. oder Cl O. aus den Materialien, deren Gehalt an den wirkenden Stoffen man ermittelt hat, nach stöchiometrischen Berechnungen feststellen.

Holzzeug kann je nach Qualität der Hadernsorte und des Papiers in 15 bis 80 Prozent zugesetzt werden und zwar nach etwa folgenden Verhältnissen:

15 bis 30 % Holzzeug zu mittelfeinem Schreib- und Druckpapier,
30 bis 50 „ „ „ ordinärem „ „ „
sowie zu Affichen und Umschlag
50 bis 80 „ „ „ ordinären Tapetenpapieren, Seiden-, Flaschen-, und Packpapier.

Kartons, Pappe und ordinäre Papiere, namentlich Buntpapier und Druckpapiere werden oft ganz aus Holzzeug gemacht. — Aehnliche Verhältnisse finden bei der Mischung von Strohzeug mit Hadern Statt.

2) **Füllen.** Theils um dem Papier ein feineres weisses Ansehen, sowie eine erhöhte Glanzfähigkeit zu geben, oder um es zu färben, theils um das Gewicht desselben zu vermehren, werden der Papiermasse häufig verschiedene Substanzen zugesetzt. Die Substanzen, welche dazu dienen, die Weisse oder das Gewicht oder beides zugleich zu vergrössern, nennt man Füllstoffe, gegenüber den in einem besonderen Abschnitt abzuhandelnden Farbstoffen. Die Füllstoffe sind stets weisse, in höchst fein gepulvertem Zustande anzuwendende Substanzen, die nicht papierbildungsfähig sind und daher auch nur in solchen Quantitäten zugesetzt werden sollten, als zur Hervorbringung des besseren Ansehens erforderlich ist.

Man wendet zu genanntem Zwecke an: Schwerspath, Schlemmkreide, Gyps, weisse Thonerde und Zinkoxyd. Der Schwerspath wird entweder als natürlicher Schwerspath (Barytstein) in höchst fein gemahlenem Zustande angewendet, oder zu diesem Zwecke künstlich bereitet durch Fällung von 1 Th. Chlorbarium mit $3^1/_2$ Th. Alaun (diese Fällung kann im Holländer selbst vorgenommen werden), auch aus chemischen Fabriken unter dem Namen Permanentweiss, Blanc fix, gewöhnlich in Teigform bezogen. Der künstlich bereitete Schwerspath verdient wegen seiner hohen Weisse und Deckkraft den Vorzug. Man darf dem Papierzeuge bis 15 Prozent zusetzen. In gleicher Weise, nur für das Aussehen nicht so vortheilhaft, ist der kohlensaure Baryt, als Witherit, oder ebenfalls künstlich bereitet als Patentweiss zu verwenden. Der Gebrauch von Gyps, Mehlweiss, Annaline), Kreide, Thon (Kaolin, China-Clay, Bleichererde, Lenzin) erklärt sich von selbst und ist den schweren Barytsalzen desshalb vorzuziehen, weil das Papier davon leichter ein recht gleichförmiges, pergamentartiges Ansehen erhält und ohne bemerkenswerthe Nachtheile 10 bis 20 Prozent betragen kann. — Ein aus England unter dem Namen Patentfilling-up-paste, oder pearl-hardening in den Handel kommender Füllstoff, ist künstlich bereiteter kieselsaurer Kalk.

3) **Bläuen.** Die gebleichten Lumpen besitzen in der Regel keinen rein weissen Ton, sondern ihre Farbe spielt gewöhnlich ins gelbliche. Diese dem Auge weniger angenehme Färbung pflegt man sehr oft durch Zusatz einer blauen Farbe zu beseitigen. Dieses sogenannte Bläuen (Azurer, *Blueing*) wird mit verschiedenen Farbemitteln ausgeführt; sie werden jedoch immer im Holländer nach dem Mischen zugesetzt. Ein zwar sehr schönes Bläumittel ist die beste Sorte, unter dem Namen Eschel bekannte, Smalte anzuführen. Man wendet sie aber wenig mehr an, weil sie sehr theuer ist, durch grosse Härte ein schnelles Abnutzen der Schreibfedern bewirkt und wegen ihrer bedeutenden Schwere bei der Papierbildung sich leicht mehr nach einer Seite zieht und daher die beiden Seiten ungleichmässig färbt. — Auch Indigo liefert eine sehr schöne Bläuung; sie ist jedoch auch theuer und unterliegt der Zeit und der Einwirkung des Sonnenlichtes. Man verwendet den Indigo entweder als Lösung (1 Th. Indigo auf 4 bis 5 Th. rauchender Schwefelsäure) oder als Niederschlag, den man aus der Lösung der Alkalien erhält, oder als abgezogenen Indigo. Die Auflösung hat den Nachtheil, dass sie freie Säure enthält, die sich beim Trocknen des Papiers konzentrirt und zerstörend einwirkt. Der abgezogene Indigo verdient den Vorzug auch schon desshalb, weil ihn der röthliche Schimmer, der bei dem gewöhnlichen Indigo vorhanden ist, fehlt. — Ferner ist anzuführen das Berliner- oder

Pariser-Blau und Mineral-Blau (schlechte Sorte Berliner Blau). Diese Stoffe werden entweder trocken und aufs feinste gemahlen oder in Teigform oder endlich in Kleesäure aufgelöst angewendet. — Von allen Farbstoffen zum Bläuen wird übrigens das künstliche Ultramarin am häufigsten gebraucht, weil es zu einem genügend billigen Preise zu erhalten ist, sich durch besondere Farbenpracht auszeichnet und in ausreichend fein gemahlenem Zustande in den Handel gebracht, keiner weiteren Vorarbeit bedarf, als mit einiger Vorsicht (um eine leicht entstehende Klümpchenbildung zu vermeiden) in Wasser vertheilt zu werden. Man setzt das Ultramarin je nach der gewünschten Stärke der Färbung in kleinen Portionen zu, und zwar, da es von Chlor und Säure zersetzt wird, erst nach sehr sorgfältigem Auswaschen des Zeuges.

4) **Leimen.** Die Beseitigung der Papierporen durch eine Verklebung der Fasern mit einander kann selbstverständlich in zwei verschiedenen Stadien der Papierfabrikation stattfinden, entweder am bereits durch Filzung gebildeten Papier, oder vor der Verfilzung im Zeug. — Da jedoch in beiden Fällen dieselben Grundsätze massgebend sein müssen, so mag hier das Leimen im Zeug (Collage en pâte) mit dem Leimen des Papiers gleichzeitig abgehandelt werden. Man nennt die Leimung im Zeug, weil sie oft erst in der sogenannten Bütte geschieht, auch die Büttenleimung, (Collage à la cuve) und die Leimung des Papiers die Bogenleimung, weil in der Regel bogenweise geleimt wird.

Früher war es allgemein üblich, dem Papier die Löschbarkeit durch eine Verklebung der Fasern mittelst einer Auflösung von gewöhnlichem Tischleim oder thierischer Gallerte zu nehmen. Daher nennt man auch jetzt noch die Operation selbst das Leimen (Collage, *Sizing*) und das Material dazu Leim, trotzdem man neuerdings viel häufiger zu diesen Zwecken eine Seife, d. h. eine Verbindung von Fettsäuren mit Alkalien anwendet. Da man übrigens diesen Seifen mitunter auch wirklichen Leim zusetzt, so kann man drei Arten von Leimungen unterscheiden:

1) die animalische Leimung,
2) die vegetabilisch-mineralische Leimung,
3) die gemischte Leimung.

Zur animalischen Leimung (Gelatine-Leimung) gebraucht man ausschliesslich eine durch Auskochen von Knochen, Klauen, Häuten, Sehnen, u. s. w. gewonnene Lösung, welche durch einen Zusatz von Alaun oder schwefelsaurer Thonerde geklärt wird. Sie eignet sich jedoch aus mehreren Gründen, wozu namentlich die Nothwendigkeit des Warmhaltens, das schnelle Verderben gehören, nicht zur Zeugleimung, sondern nur zur Bogenleimung und wird daher auch später noch nähere Erwähnung finden.

Die vegetabilisch-mineralische Leimung beruht in ihrer Grundlage auf der Erscheinung, nach welcher die vegetabilischen Fasern eine grosse Anziehungskraft für die Thonerde besitzen, so dass letztere sich so fest an die Oberfläche der Fasern ansetzt, dass diese Kraft selbst im Stande ist, chemische Verbindungen aufzuheben. Wenn man daher den Papierfasern ein Thonerdesalz zufügt und darauf eine Masse von der Beschaffenheit einmischt, dass sie mit dem Thonerdesalz in Wechselwirkung tritt und eine innere Verbindung mit der Thonerde bildet, so wird diese Verbindung sich eben, vermöge der erwähnten Anziehungskraft, auf die Fasern ablagern. Besitzt diese Thonerdeverbindung dann die Eigenschaften, welche eine gute Leimung erfordert, also namentlich auch Unlöslichkeit gegen Wasser, schwache Säuren etc., so wird das aus dieser Masse bereitete Papier geleimt sein. Die genannten Eigenschaften besitzen die

Thonerdeseifen, welche jedoch der besseren Wirkung wegen in der Papiermasse selbst und zwar durch Zersetzung einer Kali- oder Natronseife mittelst eines Thonerdesalzes gebildet wird. — Da sich von allen Seifen eine aus Kolophonium (Harz) oder Wachs hergestellte Seife, erstere für gewöhnliche, letztere für feine Papiere, am geeignetsten erwiesen hat, so mag hier die Erwähnung genügen, Harzseife auf folgende Weise herzustellen. 15 kg. Soda und 6 kg. Pottasche werden in 236 l. Wasser gelöst und durch Kochen mit Aetzkalk ätzend gemacht. Sodann durch Absetzen von dem kohlensauren Kalk befreit, erfolgt durch Kochen dieser Lauge mit 100 kg. grob gepulvertem Kolophonium, das unter stetigem Umrühren portionenweise zugesetzt wird, die Bildung einer Harzseife, welche heiss durch ein feines Sieb geseiht und in 100 l. Wasser gelöst, eine grosse Menge freies Harz enthält, das sich bei der späteren Zersetzung als höchst feines Pulver ausscheidet und die Verklebung der Fasern bewirkt.

Da übrigens die Abietinsäure des Harzes die Kohlensäure austreibt und sich deshalb auch schon mit den kohlensauren Alkalien verseift, so kann man die Harzseife noch einfacher dadurch bereiten, dass man in eine filtrirte, kochende Lösung von Soda gepulvertes Harz bis zur Seifenbildung einträgt. Hierbei rechnet man durchschnittlich auf 1 Th. kalzinirte Soda 5 bis 6 Th. Kolophonium.

Zur Bereitung der reinen Wachsseife trägt man in eine auf obige Weise ätzend gemachte kochende Lauge aus 10 kg. Pottasche allmählich 40 kg. weisses Wachs ein und kocht unter fleissigem Umrühren, bis die Verseifung eingetreten ist, welche man an der butterartigen Beschaffenheit der auf dem Wasser schwimmenden Masse erkennt.

Nach einer oft gebrauchten Vorschrift setzt man der Wachsseife Stärke zu. Dann stellt man sie dar durch Kochen von 500 gr. weissem Wachs mit 12 gr. Aetznatron in 1 l. Wasser bis zur Lösung, Verdünnen dieser Masse mit 30 bis 40 l. kochendem Wasser und Einrühren von 3 bis 4 kg. in kaltem Wasser aufgeweichter Stärke.

Von dem nach obiger Vorschrift angefertigten Harzleim gebraucht man 7,5 kg. zur Halbleimung, 15 kg. zur Ganzleimung auf 50 kg. Papierganzstoff (trocken gedacht). Um sie in Thonerde-Harzseife zu verwandeln, nimmt man auf 7,5 kg. flüssigen Leim 0,3 kg. schwefelsaure Thonerde oder 0,6 kg. Kali-Alaun. Diese Umwandlung nebst Ausscheidung des Harzes geschieht im Holländer, wenn das Ganzzeug fertig gemahlen, gebläut und mit den anderen Zusätzen vermischt ist. In der Regel setzt man erst die Seife zu und darauf die Lösung des Thonerdesalzes. In manchen Fabriken verfährt man umgekehrt, d. h. man giebt erst das Thonerdesalz und dann die Seife zur Masse, wodurch man eine bessere Leimung erhalten will. Nach der Zersetzung der Salze findet ein Entfernen des schwefelsauren Kali und Natrons durch die Waschtrommel Statt.

Wenn bei den feinsten Papieren statt des Harzleimes Wachsleim zur Verwendung gelangt, so nimmt man hiervon so viel, dass 2 kg. Wachs auf 100 kg. (trockenes) Papierzeug kommt und zersetzt denselben durch einen Zusatz von 1,25 kg. schwefelsaurer Thonerde oder 3 kg. Alaun im Holländer wie eben angegeben.

Bei Anwendung gewöhnlicher Talg- oder Oelseife zu Papieren ordinärer Gattung (Druckpapier) rechnet man auf 100 kg. Ganzzeug 3 kg. Seife und 3 kg. Alaun. Diese Leimung ist schwächer als die Harzleimung und giebt dem Papier weniger Steifheit und Klang.

Vergleicht man, abgesehen von dem Material, die Bogenleimung mit der Zeugleimung, so kommt man zu dem Resultate, dass die Wirkung der

ersteren eine vortheilhaftere sein muss. Bei der Bogenleimung dringt die Leimflüssigkeit in die Poren des Papiers, d. h. also nachdem die Fasern ihre richtige Lage bereits angenommen haben und verfilzt sind und kann demnach der Verfilzung nicht hinderlich werden. Bei der Zeugleimung überziehen sich die Fasern mit der Leimmasse vor der Annahme ihrer Lage im Papier, also vor ihrer Verfilzung und werden dadurch unbedingt in gewissem Grade der Fähigkeit, sich zu verfilzen, beraubt, in Folge dessen das Papier unter sonst gleichen Umständen weniger Festigkeit erhalten muss. In Bezug auf das Leimmaterial gebührt auch dem thierischen Leim der Vorzug, weil derselbe trotz des Alaunzusatzes immer noch eine grosse Klebkraft besitzt, dadurch die Fasern stärker verleimt und die Festigkeit des Papiers vermehrt.

Um die Vortheile beider Leimungsarten zu vereinigen, hat man den (bis jetzt noch nicht gelungenen) Versuch gemacht, die Zeugleimung mit animalischem Leim vorzunehmen oder den Harzleim wie den Wachsleim (s. oben) mit klebenden Substanzen vermengt. Hierzu verwendet man Stärke, Mehl und auch thierischen Leim und im letzteren Falle nennt man die Leimung gemischt. — Bei der Fabrikation des Maschinenpapiers wird wohl Stärke (2 bis 8 kg. auf 100 kg. Zeug) mit kaltem Wasser angerührt, oder zu Kleister gekocht in den Holländer gethan und in dem ersten Fall Kleisterbildung auf den Trockenwalzen der Maschine veranlasst.

Zweites Kapitel.

Bildung des Papiers.

Wenn man das im Ganzholländer fertig gemachte Zeug auf ein genau horizontal liegendes, saugendes Medium, z. B. ein Sieb bringt, dessen Maschen so klein sind, dass sie die feinen Fasern zurücklassen, während das Wasser, der Schwere folgend, abläuft, so bedeckt sich das Sieb mit einer Schicht Papierzeug, deren Dicke abhängt von der Konzentration der Masse, von der Menge, welche aufgebracht ist und demnach von der Grösse des Siebes, und die nur noch zur Verfilzung gebracht, von dem Siebe abgenommen und sämmtlichen Wassers entledigt zu werden braucht, um in Papier verwandelt zu sein. In der That sind in dieser kurzen Betrachtung die Hauptmomente und Arbeiten bestimmt, welche schon von altersher zur Bildung des Papiers gebräuchlich sind. Demnach zerfällt die Entstehung des Papiers in

1) die Arbeit für das Aufbringen des Zeuges auf ein Sieb,
2) « « « « Verfilzen des Zeuges,
3) « « « « Abnehmen des Zeuges von dem Siebe,
4) « « « « Entfernen des Wassers.

Die Ausführung dieser Arbeiten kann sodann in verschiedener Weise stattfinden, je nachdem sie mit, wenn auch kleinen, Unterbrechungen oder ohne Unterbrechungen, also kontinuirlich, vor sich gehen und je nachdem sie von Menschenhand oder von machinalen Vorrichtungen besorgt werden. Da nun die Hand-Arbeit zugleich die Eigenthümlichkeit der ersten und die Bildung des Papiers auf Maschinen die Eigenthümlichkeit der zweiten Methode umfasst und beide Methoden in Anwendung stehen, so erscheint es zweckmässig, dieselben hier nach einander zu betrachten.

I. Bildung des Papiers durch Handarbeit.

A. Schöpfen.

Wie schon oben angedeutet wurde, muss die Papiermasse in richtigem Verhältnisse mit Wasser angerührt sein, um in einem bestimmten, leicht abzumessenden Quantum eine ebenso bestimmte Menge Papierzeug zu enthalten. Um diese Mischung mit der gehörigen Sicherheit und Bequemlichkeit bewerkstelligen zu können, wird zunächst das fertige Ganzzeug, entweder direkt aus dem Holländer oder aus einem grossen, mehrere Holländerfüllungen aufnehmenden Behälter (Zeugkasten, Caisse de depôt, *Stuff-chest*), in das Arbeitsgefäss (die Bütte, Schöpfbütte, Cuve, *Vat*, daher Büttenpapier) abgelassen. — Diese Bütte wird wie der Holländerkasten von Holz, aus Stein oder Beton gemacht und hölzerne Bütten mit Blei ausgefüttert. Ihre Form ist entweder rund oder viereckig. Im ersteren Falle ist der Durchmesser etwa 1,5 m. und die Tiefe 0,75 m. Der viereckigen Bütte giebt man eine Länge von 2 m. und eine Breite von 1,6 m. und 0,75 m. Tiefe. Man stellt sie so hoch, dass der obere Rand etwa 1 m. über dem Stande des Arbeiters (Schöpfer, Büttgestelle (Plongeur, Ouvreur) Puisseur, *Dipper, Vat-man*) liegt. Die obere Kante ist ringsum mit einer nach dem Innern geneigten Einfassung (die Traufe) versehen, um das gelegentlich verschüttete Zeug und Wasser in die Bütte zurücklaufen zu lassen.

Zum Aufbringen einer bestimmten Partie von dem in der Bütte vorhandenen, gewöhnlich bis zum milchigen Ansehen verdünnten Papierbrei auf das zum Abtrennen der grösseren Wassermasse dienende Sieb können zwei Wege eingeschlagen werden, indem man entweder den Inhalt eines ausgemessenen Gefässes über das Sieb giesst, oder indem man das letztere in die Masse einsenkt und durch Emporheben damit bedeckt. Da die letztere Methode, welche der Arbeit den Namen Schöpfen (Plonger, *Dipping*) gegeben hat, die allein übliche ist, weil nur durch sie eine nothwendige gleichförmige Lage erhalten werden kann, so besteht das hierzu angewendete Werkzeug, die Form (Papierform, Forme, Moule, *Mould*), aus einem hölzernen, viereckigen Rahmen, welcher auf der einen Seite mit einem Messingdrahtgitter von solcher Feinheit überzogen ist, dass die darauf gebrachte Papiermasse nur das Wasser fahren lässt, ohne Fasern zu verlieren. Indem nun diese Form in die Papiermilch gebracht und in horizontaler Lage herausgehoben wird, bleibt auf dem Drahtgewebe eine gewisse Fasermasse zurück, welcher der Schöpfer durch eine schüttelnde Bewegung eine Art Verfilzung und dadurch genügenden Zusammenhang ertheilt. Um dabei die auf der Form zurückbleibende Masse genau der Bogendicke entsprechend für jede Schöpfung gleich zu erhalten, ist die Form mit einem zweiten abzunehmenden Rahmen (Deckel) versehen, welcher in solcher Höhe übersteht, dass von dem Drahtgewebe als Boden und von dem Deckel als Seitenwänden ein Gefäss gebildet wird, welches das nöthige Quantum aufzunehmen vermag und sich bei jedem Eintauchen füllt. Der Papierbogen, welcher nun durch die Entfernung des Wassers in der Grösse des Rahmens gebildet wird, entsteht um so eher, als dies Entfernen vor sich geht. Aus diesem Grunde ist es erwünscht, die Drahtmaschen so gross als möglich zu machen. Dabei aber ziehen sich die Fasern in die Maschen hinein, so dass diese sich auf das Papier abdrücken und ihm ein klein karrirtes, sogenanntes geripptes Ansehen geben [gerippte Papier (Papier vergé, P. à verjure, *Laid paper*) gerippte Formen, Postformen (Formes à verjure, *Laid moulds*)]. Zur Darstellung

solcher Papiere, die an beiden Seiten glatt und ohne das gerippte Ansehen sein sollen und die man Velinpapier (Vélin, Papier vélin, *Vellum paper*, *Wove paper*) nennt, hat man dahingegen sehr feinmaschige Formen (Velinformen, Formes à vélin, *Wove moulds*) zu nehmen, welche zwar zur Bildung eines Papierbogens viel mehr Zeit durch das langsame Ablaufen des Wassers wegnehmen, aber auch das vollkommenste Papier liefern. Da bei jedem geschöpften Bogen ein Theil der festen Masse der Bütte entnommen wird, das Wasser dahingegen stets zurückläuft, wegen des bestimmten Rauminhalts der Form die Konsistenz an der Schöpfstelle aber sich gleich bleiben muss, so ist nicht allein ein Nachfüllen von Zeug, sondern auch eine stetige Bewegung des ganzen Bütteninhalts nothwendig, damit ein Zubodensetzen nicht stattfinden kann. Das Nachfüllen geschieht in der Regel vermittelst Kellen aus dem Zeugkasten nach Gutdünken des Arbeiters. Die Bewegung wird zum Theil hervorgebracht durch das Schöpfen selbst, zum Theil durch Umrühren vermittelst rechenartiger Werkzeuge beim Nachfüllen, zum Theil durch eine Zirkulation in Folge von Wärme, die der Masse zugeführt wird, um das Wasser dünnflüssiger und leichter ablaufend zu machen und um eine dem Arbeiter bequeme Temperatur zu beschaffen. Diese Erwärmung wird entweder durch einen besonderen kleinen, in der Bütte liegenden Ofen (Blase, Pistolet) erzeugt oder durch einströmenden Dampf hervorgebracht. Die Blase besteht aus einem kupfernen Zylinder, der von einer Seite her in die Bütte unmittelbar über dem Boden horizontal in die Bütte eingeschoben wird, in der Mitte einen Rost zur Aufnahme von Brennmaterial (Holzkohlen) besitzt und mit einem Rauchrohre in Verbindung steht. — Zur Erwärmung mit Dampf giebt man entweder der Bütte einen doppelten Boden, zwischen welchen man den Dampf einströmen lässt, oder man legt ein Schlangendampfrohr hinein. Die Dampferwärmung verdient übrigens dem freien Feuer vorgezogen zu werden, weil ein Anbrennen des Zeuges und ein unregelmässiges Erwärmen vermieden wird. — Wenn man nicht unbezahlbar viel Zeit auf das Sortiren der Lumpen verwenden will, ist es unmöglich, alle Nähfäden, Knoten u. s. w. zu entfernen und im Holländer ein Zeug herzustellen, das frei von diesen Theilen ist, weil diese sich nicht zerfasern, in Folge dessen aber ins Papier übergehen und dieses verunstalten. Entfernt man sie durch mühsames Auslesen nach dem Schöpfen, so hinterlassen sie kleine Löcher oder Grübchen im Papier; daher eine Entfernung vor dem Schöpfen viel rathsamer ist. Dazu und nebenbei zur gleichmässigen Zeugzuführung dient die Knotenmaschine, welche in folgender Einrichtung[1]) angewendet wird. Aus dem höher stehenden Zeugkasten fliesst das Zeug durch eine mit einem Ventil verschliessbare Röhre in einen Kasten, der unmittelbar neben der Bütte steht und sich nach unten trichterförmig verengt. In diesem Kasten befindet sich eine Druckpumpe von Messing, welche von der Betriebsmaschine so in Bewegung gesetzt wird, dass sie in solchem Masse dickeres Zeug zuführt, als zur gleichbleibenden Consistenz und Füllung der Bütte nöthig ist. In der Bütte steht dem Büttenstuhl gegenüber ein zylindrisches Gefäss von etwa 0,35 m. Durchmesser und der Höhe der Bütte, welches aus zwei Böden und einem Mantel aus Drahtgewebe besteht, welches letztere solche Maschen besitzt, dass das Zeug ungehindert durchpassiren kann, die Knoten etc. aber zurückbleiben. In diesen Zylinder wird durch den oberen Boden das Zeug eingepumpt und vermittelst eines Rührapparates durch das Drathgewebe in die Bütte geschleudert. Der Rührapparat besteht dabei

1) Polyt. Centr., 1835. Bd. 2. S. 723. — Dingler's Journ., Bd. 59. S. 97.

aus einer vertikalen Welle mit acht Schaufeln, die etwa 6 mm. vom Mantel abstehen und bekommt eine schnelle hin- und hergehende Bewegung (63 doppelte Schwingungen pro Minute). Gleichzeitig befindet sich noch in dem Arbeitsraum der Bütte ein, aus einer Welle mit vier Flügeln bestehender Rührapparat, zum Vermischen und Bewegen des Zeuges, der ebenfalls eine schwingende Bewegung erhält. — Zur Entfernung der in dem Knotenfänger zurückbleibenden Theile ist an dessen unterem Boden ein Ventil angebracht, das eine nach aussen mündende Oeffnung verschliesst oder öffnet und ein Ausspülen zulässt. Verschiedene andere Einrichtungen von Knotenfängern haben diesen einfachen Apparat nicht verdrängt; da sie auch mehr für Papiermaschinen dienen, so finden sie bei der Beschreibung dieser Maschine weitere Berücksichtigung.

B. Gautschen.

Nachdem der Schöpfer die Form aus der Bütte gezogen und durch eine eigenthümliche zitternde Bewegung die Fasern zur Verfilzung gebracht und gleichzeitig die grösste Wassermenge durchgesiebt hat, schiebt er dieselbe, unter Zurückhaltung des Deckels, auf ein etwa 300 mm. breites Brett, welches quer vor dem Arbeiterstande (Büttenstuhl, Tritt, Nageoire) über die Bütte gelegt ist und der grosse Steg genannt wird, lehnt sie gegen eine ausgezackte Latte (Lehne, Esel, Egoutoir, *Ass*) zum Abtropfen und nimmt, indem er zugleich den Deckel auflegt, eine auf dem grossen Steg zurecht gelegte leere Form, taucht sie ein und bildet so ununterbrochen Bogen auf Bogen. Um diese Arbeit in der schnellen Aufeinanderfolge vornehmen zu können, ohne eine ausserordentlich grosse Zahl Formen zu bedürfen, ist ein eben so schnelles Abnehmen des Bogens von der Form nothwendig. — Hand in Hand mit dem Schöpfer arbeitet daher sein Gehülfe, der die Form zu leeren und auf den grossen Steg zurückzuschieben hat. Um dabei das Papier mit Sicherheit und Leichtigkeit und ohne es zu verletzen von der Form abzuheben, nimmt er diese und drückt sie mit dem Papierblatte nach unten auf ein besonders zu diesem Zwecke fabrizirtes Gewebe (Filz, Papiermacherfilz, Feutre, Flôte, Floutre, *Felt*). Diese Operation heisst das Gautschen oder Kautschen (Coucher, *Couching*) und der Arbeiter der Gautscher oder Kautscher (Coucheur, *Coucher*). Zur Ausführung der Arbeit befindet sich neben der Bütte ein niedriger Tisch, der nach einer Seite zum Abtropfen des Wassers etwas geneigt ist und auf dem ein Klotz (das Büttenbrett) liegt, der abwechselnd einen solchen Filz und einen gegautschten Bogen bis zu einer gewissen Höhe (Pauscht, Porse, *Post*) aufnimmt. — Die Filze müssen eine solche rauhe Oberfläche besitzen, dass der darauf gedrückte Papierbogen, trotz seines noch losen Zusammenhanges, unverletzt daran hängen bleibt und ausserdem von solcher schwammiger Beschaffenheit sein, dass sie aus dem Papier mit Begierde Wasser heraussaugen. Man erzeugt, S. 779, die Gewebe besonders zu diesem Zwecke aus grober Wolle und grobem Gespinnste, webt sie recht locker (gewöhnlich geköpert) und walkt sie schwach, ohne sie jedoch nachher zu rauhen oder zu scheren. Zum Schutz gegen Fäulniss tränkt man sie wohl mit einer Abkochung von gerbstoffhaltigen Substanzen (Eichenrinde, Knoppern) und beizt sie mit Kalkwasser. Auch ist es vortheilhaft, sie öfter zu waschen (was unerlässlich ist, wenn die Papiermasse geleimt war) und zwar mit schwacher Soda oder Seifenlauge.

C. Pressen.

Wenn zwar durch das Gautschen die Abnahme des Papiers von der Form und die Entfernung des Wassers aus dem Papier durch Aufsaugen

desselben durch die Filze beabsichtigt wird, so kann das letztere doch kein Trocknen des Papiers veranlassen und zwar aus Gründen, welche mit den S. 737 ausführlich erörterten übereinstimmen. Deshalb muss dem Gautschen ein eigentlicher Trockenprozess folgen, der ebenfalls auf den Grundsätzen beruht, welche S. 735 für das Trocknen der, dem Papier in gewisser Weise ähnlichen, gewebten Stoffe aufgestellt sind und namentlich zur Verhütung des Aufplatzens der Fasern ein langsames Trocknen erst auf mechanischem Wege durch Pressen und darauf durch Verdunsten vorschreiben.

Nachdem daher auf oben beschriebene Weise ein solcher Pauscht oder Bauscht von gewisser Höhe, gewöhnlich 181 Papierbogen enthaltend, gebildet und mit einem Filz bedeckt ist, so dass ein Pauscht von 181 Bogen 182 Filze enthält, legt man auf denselben ein zweites Büttenbrett und bringt ihn in die Presse, sowohl um das Wasser wieder aus den Filzen zu bringen und diese von Neuem zum Gautschen vorzubereiten, als auch um durch den Druck die Verfilzung zu vollenden. Dieses Pressen geschieht deshalb mit den Filzen, weil das Papier eine andere Behandlung wegen des lockeren Zusammenhanges nicht zulässt. Es wird daher auch das Pressen im befilzten Pauschte (Porse-feutre, P.-flôtre) genannt. — Man benuzt dazu eine sehr stark gebaute Schrauben- oder hydraulische Presse, die von ihrer Stelle bei der Bütte Büttenpresse (Presse du cuve, *Vat press*) heisst. Nach dem Pressen, welches langsam beginnt und so lange fortgesetzt wird, als noch Wasser abläuft, nimmt ein dritter Arbeiter (der Leger, Leveur, *Layer*, *Lifter*) den Pauscht auseinander, indem er regelrecht die Bogen und die Filze für sich auf einander schichtet (Legen, Lever, *Laying*, *Lifting*). Die Filze gehen darauf dem Gautscher wieder zu, während die Papierbogen in mehreren Pauschten entweder direkt zum Trocknen oder zuerst noch einer, oft viermal wiederholten Pressung unterworfen werden. Dieses Pressen, welches das Pressen in weissem Pauschte (Porse blanche) genannt wird, geschieht auf gleiche Weise wie oben, in einer Schraubenpresse (Nasspresse, *Wett press*) mit einfacher Schraube, aber so langsam, dass das Papier oft mehrere Stunden dem Drucke ausgesetzt ist. Je feiner die Papiersorte ist, je öfter wird dies Pressen wiederholt; bei jeder Pressung werden aber die Bogen so umgelegt (austauschen, Echanger, *Parting*), dass sie jedesmal in einer anderen Ordnung auf einander folgen, damit sie einen gleichen Druck im Laufe der Operationen erfahren.

D. Trocknen.

Auf das erste Pressen bei den ordinären und das Nasspressen bei den feineren Papiersorten folgt zum Austreiben des letzten Wasserrestes das Trocknen (Sécher, *Drying*) auf dem Trockenboden oder in besonderen Trockenhäusern, indem man das Papier auf Schnüre hängt, die in dem Trockenraume so gezogen sind, dass ohne die Luftzirkulation zu verhindern, möglichst viel vorhanden sind. Die Schnüre (entweder aus Hanf oder, weil Hanfschnüre leicht verfaulen, aus Pferdehaar oder Kokosbast gedreht) haben etwa 8 bis 10 mm. Dicke. Sehr vortheilhaft verwendet man auch die langen dünnen Sprösslinge des Stuhlrohres oder spanischen Rohres. Das Aufhängen der in der Mitte zusammengeknickten Bogen geschieht mit einer langen T-förmigen Krücke (Riessgehänge), indem man 2 bis 8 Bogen über einander legt. Weil aber hierbei der obere und untere Bogen dem Luftzuge am meisten ausgesetzt sind, schneller trocknen als die dazwischen liegenden und sich dabei zusammenziehen, so bekommen diese an den Rändern und den Aufhängestellen, indem sie in nicht trockenem Zustande von den weiter ge-

trockneten mitgerissen werden, Runzeln und werden oft so verunstaltet, dass man bei sehr feinen Papieren häufig nur zwei Bogen über einander zu hängen und für ein sehr langsames Austrocknen zu sorgen gezwungen ist, weshalb man auch nur im Nothfall, z. B. bei andauerndem feuchten Wetter und im Winter die Trockenräume künstlich erwärmt.

II. Bildung des Papiers auf den Maschinen.

Wie bereits S. 826 bemerkt, hat die machinale Vorrichtung zur Bildung des Papiers die Aufgabe, ähnlich der Handarbeit, aber in kontinuirlichem Fortgange, das Ganzzeug in fertiges Papier zu verwandeln und demnach folgende Funktionen der Reihe nach in stetiger Folge zu verrichten:

1) Reinigung der Masse von Knoten, Sand etc. nebst regelmässiger Aufbringung derselben auf die Form,
2) Bildung des Papiers durch Absieben des Wassers und Verfilzung der Fasern,
3) Abnahme des Papiers von der Form,
4) Entwässern desselben.

Um diese Funktionen ausführen zu können, ist demnach die Papier-Bildungsmaschine (Papiermaschine,[1]) Machine à papier, *Paper machine*) mit folgenden Apparaten auszustatten:

1) einem Zeugbehälter mit der Reinigungs- und Regulirungs-Vorrichtung für das richtige Abmessen der Zeugmengen und Auflaufen auf die Form,
2) einem Apparat zur Trennung des Wassers von der Papiermasse und zur Verfilzung der letzteren (Form),
3) einer Gautsch-Vorrichtung,
4) einem Apparat zum Trocken des Papiers und zum Abnehmen.

A. Der Zeugbehälter mit Zubehör.

Da die Papiermaschine kontinuirlich arbeiten und das Papier daher ununterbrochen als Papier ohne Ende (Papier continu, Papier sans fin, *Endless paper*) abliefert, so ist auch zunächst die Bütte so einzurichten, dass sie das Zeug in stets gleichbleibender Menge und Konsistenz, ebenfalls ununterbrochen von sämmtlichen nicht hingehörenden Theilen befreit, hergeben kann.

Daher besteht der erste Theil zunächst aus einem Reservoir von solcher Grösse, dass in demselben eine gewisse Anzahl (6 bis 7) Holländerleeren in der für den Verlauf der Arbeit erforderlichen Verdünnung mit Wasser abgelassen werden kann, und der zur Erzeugung einer stetigen Gleichförmigkeit der Masse wie bei der Bütte für Handpapier einen einfachen, mit Flügeln versehenen Rührapparat enthält, der etwa 3,5 Umdrehungen in der Minute macht. Aus diesem Behälter erst fliesst das Zeug in die eigentliche Bütte und zwar in demselben Masse, als es von der Maschine verarbeitet wird. Es ist demnach hier ein Apparat erforderlich, der dieses Einfliessen auf das Sorgfältigste regulirt (Regulator,[2]) Zeugregulator, Régulateur, Mesureur, Distributeur, *Pulp-meter*). In der einfachsten Form

---

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1857. S. 307; 1868. S. 199. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 202; 1874. S. 71. — Berliner Verh., 1850. S. 106. — Polyt. Centr., 1858. S. 785; 1859. S. 27; 1863. S. 1566; 1864. S. 448; 1865. S. 854; 1868. S 815; 1874. S. 501. — Dingler's Journ., Bd. 148. S. 25; Bd. 150. S. 262; Bd. 171. S. 120; Bd. 189. S. 102. 2) Berliner Verh., 1859. S. 77. — Publ. ind., V. 4. S. 135. — Polyt. Centr., 1857. S. 509. — Dingler's Journ., Bd. 144. S. 333; Bd. 158. S. 344.

besteht derselbe in einem Hahn. Gewöhnlicher bedient man sich aber einer selbstregulirenden Vorrichtung, weil ein Hahn bei gegebener Oeffnung nur bei konstantem Niveau der Masse das gleiche Quantum durchlässt, eine solche gleichbleibende Druckhöhe aber nicht zu erreichen ist. Der Zufluss der Masse wäre leicht zu reguliren, wenn bei der vorgeschriebenen Dicke des zu bildenden Papiers die Bildung desselben in durchaus gleichförmiger Geschwindigkeit Statt fände. Allein ein solcher absolut genauer Gang einer Maschine ist praktisch unerreichbar, d. h. es wird zu Zeiten der Bewegungsmechanismus etwas langsamer, zu Zeiten etwas schneller gehen, und in Folge dieser noch so geringen periodischen Verschiedenheiten doch auffallend verschiedene Papierdicken liefern. Aus diesem Grunde ist es gerathen, die Regulirung des Zuflusses von dem Gange der Papierbildung selbst abhängig zu machen und da dies mit einem einfachen Hahn oder Ventil schwer zu erreichen ist, so sind im Laufe der Zeit eine grosse Anzahl solcher Regulatoren entstanden.

Eine ausgedehnte Anwendung hat das bekannte Schöpfrad als Regulator, und zwar auf mancherlei Weise konstruirt, gefunden. Zwei der gebräuchlichsten Einrichtungen mögen hier angeführt werden. In dem Zeugreservoir dreht sich ein von der Papiermaschine in Umdrehung versetztes Rad, welches an einer Seite Taschen oder Eimer hat, die in die Masse eintauchen, sich füllen und an einer höher gelegenen Stelle in eine nach der Bütte führenden Rinne sich entleeren. Bei dieser einfachen Vorrichtung hat man nur darauf zu achten, dass der Kasten immer so viel Zeug enthält, dass die Eimer sich ganz füllen, wodurch allerdings ein Leerschöpfen unmöglich gemacht wird. Das Schöpfrad selbst dient zugleich als Rührapparat. — Eine andere Schöpfvorrichtung hat an Stelle des Schöpfrades einen einzigen Eimer, der an dem Ende eines um das andere Ende drehbaren Hebels hängt. Von einer Kurbel mit Zugstange wird der Hebel, somit auch der Eimer in vertikaler Ebene auf- und niederbewegt. Beim Niedergange taucht der Eimer in den Zeugkasten und füllt sich mit Zeug. Beim Aufgange entleert er sich in eine Rinne durch eine kippende Bewegung, die dadurch hervorgebracht wird, dass man den Eimer mit dem Hebel um eine horizontale Achse drehbar befestigt und ihm oberhalb der Drehachse einen Zapfen und diesem eine Führung durch einen Schlitz giebt, welcher so verläuft, dass der Eimer im höchsten Stande in eine horizontale oder etwas gegen die Rinne geneigte Lage gekommen ist. Die genannte Vorrichtung befindet sich übrigens nicht in dem Hauptreservoir, sondern bildet ein Glied zwischen diesem und der Bütte, welches in der Höhenlage ebenfalls zwischen beiden liegt. Der Zeugzufluss geschieht dann durch ein Rohr, welches, um ein Ueberfliessen zu vermeiden, am Eintrittsende durch ein Ventil, das sich vermittelst eines Schwimmers bewegt, bei einem bestimmten Niveau der Masse schliesst. Bei dem Schöpfrade regulirt man die Zeugmenge durch die Anzahl der Eimer oder durch Veränderung der Geschwindigkeit; bei dem Schöpfeimer durch Erhöhung oder Vertiefung des Füllraumes vermittelst jalousieartiger Klappen. Obwohl man beiden Vorrichtungen wohl mit Recht den Vorwurf macht, dass sie Zeug verspritzen, so finden sie doch wegen ihrer Einfachheit viele Anwendung.

Ein zwar komplizirter, aber dennoch sehr zu empfehlen, ist ein Regulator, der auf folgende Weise eingerichtet ist. Ein vierkantiges Holzgefäss ist durch einen doppelten Boden in zwei Räume getheilt, wovon der oberhalb des zweiten Bodens sich befindende mit A, der untere mit B bezeichnet werden mag. Ferner ist der Raum B durch eine Querwand in zwei Theile geschieden, die beide mit dem Raume A durch je eine runde

Oeffnung in Verbindung gesetzt sind. In den einen Theil des unteren Raumes tritt das Zeug durch ein Rohr ein und steigt durch die Oeffnung in den Raum A, um von hier aus durch die zweite Oeffnung in den zweiten Theil von B zum Abfliessen nach der Bütte zu gelangen. Die genannten Oeffnungen sind durch Kegelventile mehr oder weniger oder ganz verschliessbar, und zwar wird das Ventil der Eintrittsöffnung durch einen Schwimmer regulirt, um eine konstante Druckhöhe in A zu erhalten. Das Ventil der Austrittsöffnung dahingegen bewegt sich abhängig von dem Gange der Maschine, durch einen Schwungkugelregulator gehoben oder gesenkt, wodurch sich die Ausflussöffnung, je nachdem die Maschine schneller oder langsamer geht, vergrössert oder verkleinert. Zur Bewegungsübertragung sitzt die Ventilstange an einem Hebel, dessen Ende durch eine Zugstange mit dem Muff verbunden ist, der durch das Auseinandergehen der Schwungkugeln gehoben, im anderen Falle gesenkt wird. Da die Schwungkugeln auf bekannte Weise durch Riemen oder Räder von der Maschine bewegt werden, so richtet sich die Ventilstellung nach dem Gange der Maschine. Die Ventilstange trägt oben noch einen Zeiger, der an einer angebrachten Skale die Ventilstellung angiebt.

Die einfachste für den vorliegenden Zweck vollständig ausreichende Schöpfvorrichtung besteht in einer Pumpe, welche von einem treibenden Theil der Maschine bewegt von dieser abhängig und durch Veränderung der Hubhöhe oder Hubzahl zu einem Regulator gemacht werden kann. Eine hierauf konstruirte Pumpe ist in Fig. 546 vor Augen geführt. Der zur Vermeidung des Rostens aus Messing hergestellte oder mit Messing ausgefütterte Stiefel S steht mit dem Saugrohr A in dem Zeugreservoir und dem Steigrohr B mit der Bütte in Verbindung. Beim Aufsteigen des ebenfalls mit Messing überzogenen Plungerkolbens P tritt durch die mit Kugelventil u versehene Oeffnung nach Hebung der Kugel ein Zeugquantum ein, und beim Niedergange des Kolbens durch das geöffnete Steigventil o und das Rohr B in die Bütte. Da dieses Zeugquantum von dem Durchmesser und der Hubhöhe des Kolbens abhängt, so ist die Einrichtung getroffen, die letztere zwischen 20 bis 30 cm. verändern zu können. Diese Veränderung erfolgt durch Verstellung des Kurbelzapfens, welcher vermittelst einer Lenkstange die Kolbenstange K bewegt. — Dass man bei dieser Pumpe ferner durch Entfernen der Platte K und Ausnehmen des Ventilgehäuses B leicht zu den Ventilsitzen gelangen kann, bedarf nur der Andeutung, ebenso dass die Hubzahl des Kolbens von der Geschwindigkeit der Maschine regulirt wird.

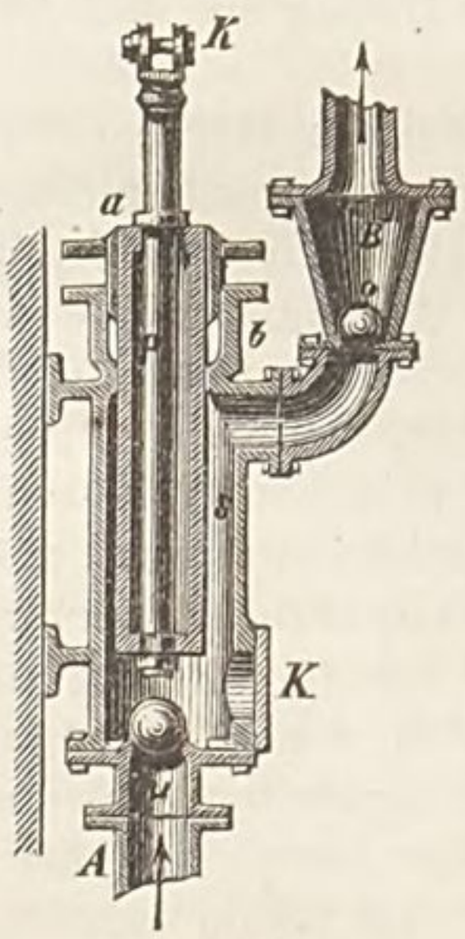


Fig. 546.

Das durch den Regulator in bestimmt abgemessenen Portionen der Bütte zu übergebende Zeug muss, bevor es auf die Form gelangt, auf das Sorgfältigste von Sand und ähnlichen schweren Substanzen, sowie von Knoten, Fäden (sog. Katzen) etc. befreit werden. Da die ersteren in der Regel so fein sind, dass sie durch jedes für den Durchgang des Papierzeuges bestimmtes Sieb hindurchlaufen können, so lassen sie sich nur durch Absetzen entfernen, zu dessen Beförderung man dem Zeuge gewisse Theile in den Weg legt, an welchen sich der Sand etc. fängt und die deshalb Sandfang (Sablier, *Sand trap*) heissen. In Einzelheiten verschieden, ist doch der Sandfang wesentlich eine breite, möglichst lange Rinne, durch welche das Zeug mit gewisser Geschwindigkeit der Form zuläuft und in

welcher Querstäbchen liegen, über die das Zeug hinwegströmt. — Diese Querstäbchen werden entweder von 20 mm. breiten Kupferblechstreifen gebildet, die in 5 mm. Entfernung von einander, von einer Seite der Rinne zur andern auf die hohe Kante gestellt, durchgelegt sind, oder man kon-

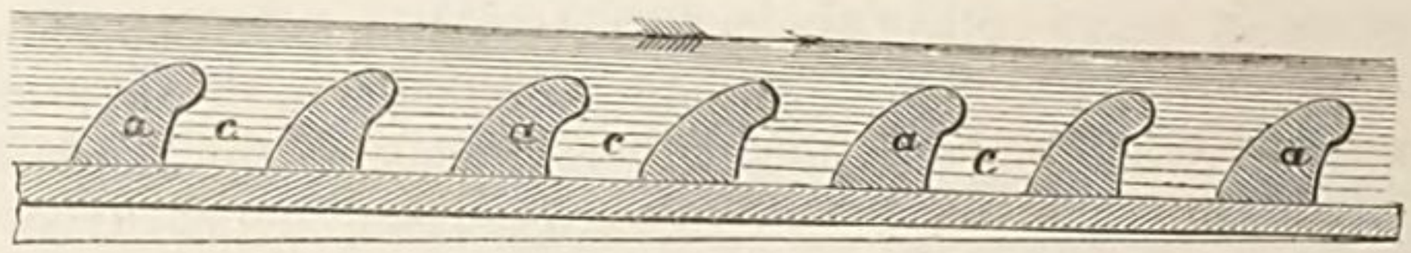


Fig. 547.

struirt sie höchst zweckmässig aus Holzstäbchen von der durch vorstehende Fig. 547 verdeutlichten Form. — Um den schweren Theilen eine möglichst günstige Gelegenheit zum Absetzen zu verschaffen, giebt man dem Sandfang nicht allein eine bedeutende Länge (in der Bewegungsrichtung des Zeuges gemessen), die bis 20 m. geht, eine Breite von 0,25 bis 1,75 m., sondern auch eine ansteigende Neigung von $^1/_{48}$ in der ersten und $^1/_{50}$ Steigung in der zweiten Hälfte. Bei diesem Sandfang kommt es besonders darauf an, die Geschwindigkeit des Zeuges durch passende Längen- und Breitenverhältnisse richtig zu wählen, so dass weder ein Stillstehen des Zeuges, noch eine zu grosse Geschwindigkeit eintritt, weil im ersteren Falle das Zeug selbst zu Boden sinken, im letzteren Falle aber der Sand etc. sich nicht absetzen würde, wenngleich auch behauptet wird, dass die durch eine grössere Geschwindigkeit eintretende wellenförmige Bewegung das Absetzen begünstigt.

Die Funktion des Knotenfängers[1]) ist schon bei der Handpapierbereitung angegeben und mit der Beschreibung einer Einrichtung begleitet, die auch bei der Papiermaschine angewendet wird. Dieser Konstruktion liegt die einfache Idee des Absiebens zu Grunde, und das dazu dienende Sieb besteht aus einem Drahtgewebe von rundem Draht. Da aber durch die Rundung des Drahtes jede Masche in dem Gewebe einen kleinen Trichter bildet, so setzen sich die Knoten begierig darin fest und bewirken eine Verstopfung, die eine Verminderung der Gesammtdurchflussöffnung und dadurch eine unregelmässige, sich allmählich verkleinernde Stoffabführung zur Folge hat, welchem Uebelstande man nur durch häufige Reinigung begegnen kann. Bei den Handbütten, wo weder ein solcher regelmässiger Zufluss erforderlich, noch das Reinigen des Apparates besonders störend wirkt, ist seine Anwendung statthaft, nicht aber bei der Maschinenbütte. Die Idee des Siebens kann gleichwohl auch hier nicht verlassen werden, nur verwendet man zur Vermeidung der trichterförmigen Maschen statt des Drahtgewebes ein aus dreieckigen Stäben zusammengesetztes Gitter, indem man die Stäbe, durch Zwischenplättchen getrennt, so neben einander legt, dass sie mit einer Dreiecksseite sich dem zufliessenden Zeuge entgegen stellen; oder man versieht Kupfer- oder Messingplatten mit entsprechenden schmalen Einschnitten von rechteckigem Querschnitt. Die Knotenfänger nach ersterer Art bestehen, wie Fig. 548 zeigt, aus einer grossen Zahl (126) Stäben a, a, a von etwa 45 cm. Länge mit eingelegten Plättchen von 0,5 mm. Dicke. Seine Durchlaufs-

Fig. 548.

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1870. S. 454. — Prakt. Masch.-Constr., 1868. S. 5. — Polyt. Centr., 1856. S. 1153; 1857. S. 1124; 1860. S. 1581; 1861. S. 1187; 1863. S. 432, 1566; 1875. S. 92. — Dingler's Journ., Bd. 171. S. 120; Bd. 195. S. 202; Bd. 198. S. 199; Bd. 209. S. 81; Bd. 213. S. 293.

fläche beträgt demnach 126 . 450 . 0,5 = 28350 qmm. oder etwa $\frac{1}{3}$ qm. Wenn zwar bei dieser ersten Anordnung eines solchen Knotenfängers die Schlitzbreite von 0,5 mm. noch viele Unreinigkeiten mit durchlässt und die Durchlassfläche zur gehörigen Speisung ungenügend erscheinen muss, ebenso ein Auswechseln der Plättchen nach der Papiergattung vorzunehmen ist, und wenn ferner wegen der horizontalen Lage des Knotenfängers die Knoten darauf liegen blieben und die Durchlaufsfläche ebenfalls verkleinern, so ist doch die Einrichtung die Grundidee für die Knotenfänger und Veranlassung zu einer Menge Konstruktionen, wovon hier nur die hauptsächlichsten angeführt werden können. — Zur guten Wirkung ist vor Allem erforderlich, das Festlegen der Knoten zu verhindern und die Durchlauffläche zu vergrössern.

Nun kann aber der Durchfluss des Zeuges in dreierlei Weise erfolgen:

1) durch ein vertikal aufgestelltes Sieb,
2) durch ein horizontal liegendes und zwar entweder a. von oben nach unten oder b. von unten nach oben,
3) durch ein schräg gestelltes,
4) durch eine horizontale, drehende Trommel.

Die vertikale Aufstellung erfordert aber, damit eine zweckmässige Durchlaufsfläche entsteht, eine sehr grosse Breite, weil die Höhe der Bütte in der Regel ziemlich beschränkt ist, und ist daher wenig in Gebrauch gekommen. Sie hat jedoch zur Konstruktion eines Knotenfängers von nachfolgender Einrichtung Veranlassung gegeben. In einem länglich viereckigen hölzernen Troge stehen in einiger Entfernung von einander, gehörig auf dem Boden befestigt, drei Zylinder, welche aus einer grösseren Anzahl, gewöhnlich 42, einzelner Ringe aufgebaut sind. Diese Ringe haben etwa 0,5 m. äusseren Durchmesser und einen viereckigen Querschnitt mit einer Seite nach innen gekehrt. Sie werden mit entsprechenden, durch angelöthete oder eingelegte Scheiben bestimmten Zwischenräumen auf einander gelegt, mittelst sechs durchgezogener Schraubbolzen zusammengehalten und auf einen zum Aufsammeln der Knoten ausgehöhlten Boden befestigt, sowie oben mit einem trichterförmigen Deckel bedeckt. In der Mitte der so gebildeten Siebzylinder steht eine Welle mit 12 sternförmig gestellten Flügeln, welche eine oszillirende Bewegung erhält. Neben dem Apparat und etwas höher befindet sich der Zeugbehälter, von dem durch eine Rinne, die sich nach den drei Zylindern verzweigt, diese gespeist werden, indem das Zeug auf den Deckel läuft, sich hier vertheilt und durch verschiedene Löcher in den Zylinder fliesst, um in gleichmässiger Vertheilung zwischen die schwingenden Flügel zu gerathen und durch die Zylinderwände mit Hinterlassung der Knoten etc. geschleudert zu werden. So in den Kasten getrieben, wird es durch einen Rührapparat in beständiger Bewegung erhalten und direkt der Maschine weiter zugeführt. In dem Zylinderboden befinden sich durch Schieber verschliessbare Oeffnungen zur Entfernung der angesammelten Knoten. Die oszillirende Bewegung wird allen drei Flügelwellen gleichzeitig ertheilt, indem sie am oberen Ende Kurbeln besitzen, die durch eine Lenkstange verbunden sind, die wieder ihrerseits auf bekannte Weise von einer drehenden Kurbel in hin- und hergehende Bewegung versetzt wird. Dieser Knotenfänger ist sehr wirksam und zuverlässig, ihrer allgemeinen Anwendung steht nur der Kostenaufwand und die Betriebskraft entgegen.

Da der schräg gestellte Knotenfänger sich im Ganzen wenig von dem vertikalen unterscheidet, so ist auch seine Anwendung eine beschränkte.

Die horizontalen geradflächigen Knotenfänger dahingegen bieten ausser der Möglichkeit, die Durchlassfläche beliebig zu vergrössern, noch den besonderen Vortheil der leichten Uebersicht, und stehen daher überwiegend in Gebrauch. Sie werden aus einzelnen durchbrochenen Platten gebildet, die auf der Rückseite mit keilförmigen Nuthen ausgehobelt sind, Fig. 548, so dass für den Durchtritt des Stoffes schmale Rinnen zwischen den Stäben a a entstehen. — Um die Verstopfung dieser Rinnen möglichst zu vermeiden, giebt es zwei Wege. Erstens lässt man das Zeug von unten her eintreten, so dass die nicht durchlaufenden Theile sich im Knotenfängerkasten zu Boden setzen. Da jedoch bei der Strömung des Stoffes und dem Auftrieb der zurückbleibenden Theile der Erfolg zweifelhaft ist, so benutzt man häufiger die zweite Methode, die in der Anwendung einer auf den Knotenfänger einwirkenden schüttelnden Bewegung besteht, welche die Knoten etc. stetig von der Platte abtreibt.

Diese zitternde Bewegung wird gewöhnlich, Fig. 549, dadurch hervorgebracht, dass man den Siebrahmen d an dem einen Ende in zwei Zapfen c_1 legt und an dem anderen Ende c zwei ausgezackte Rädchen p dagegen schlagen lässt; oder indem man an den vier Ecken Winkel anbringt, die über den Rand der Bütte hervorragen und auf Stangen ruhen, die von Federn getragen werden und von denen je zwei durch eine Traverse verbunden sind, welche stossweise durch Exzentriks in der Minute 250 bis 350 vertikale Schwingungen erhalten. Da der Erfolg dieses Schüttelns darin besteht, dass die schwereren Theile in eine tanzende Bewegung gerathen und sich nicht auf das Gitter legen, so ist eine horizontale Schüttelung demnach auch weniger empfehlenswerth.

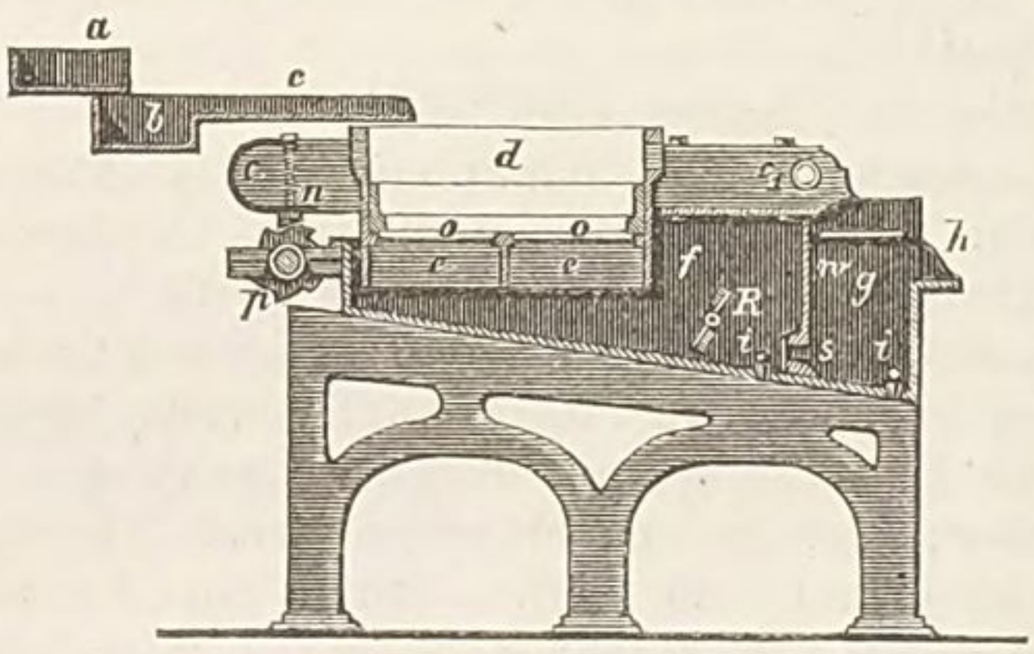


Fig 549.

Da die Menge des durch den Knotenfänger laufenden Zeuges ausser von dem Gesammtquerschnitt der Schlitze auch von der Geschwindigkeit des Durchfliessens abhängt, so hat man diese ebenfalls in ausgiebiger Weise zur Vermehrung des Durchlaufquantums benutzt, indem man sie gewöhnlich mit Hilfe des Luftdrucks, seltener durch Niveauerhöhung, vermehrt.

Entweder versieht man den Knotenfänger dann mit einem Kautschukschlauch, der sich abwechselnd ausdehnt und zusammenzieht und dadurch einen luftverdünnten Raum hervorbringt, oder man umgiebt das Gitter selbst mit Kautschukplatten, die mit diesem und der Unterlage luftdicht verbunden sind und somit einen Sack bilden, in dem sich beim Aufziehen des Gitters ebenfalls ein luftverdünnter Raum erzeugt und das Zeug durchzieht. Da jedoch wegen der Unzuverlässigkeit des Kautschuks diese Einrichtungen oft der Reparatur unterworfen werden müssen, so umgeht man sie durch die Einrichtung eines Knotenfängers, welche in obiger Fig. 549 dargestellt ist und eine sehr grosse Verbreitung gefunden hat. Sie beruht auf der Höhendifferenz zwischen dem Siebboden des eigentlichen Knotenfängers d und der tieferliegenden Zeugablaufstelle h, wodurch unter dem Siebe, das zu diesem Zwecke in einem viereckigen oben und unten offenen Kasten d, e liegt, bei o o eine Luftverdünnung, also ein Saugen, herbeigeführt wird. Um hierbei, zur Aufrechterhaltung der saugenden Wirkung, dafür zu sorgen, dass weder die unteren Ränder des Knotenfängers e aus der Flüssigkeit

heraustreten und dass andererseits das Niveau der Flüssigkeit durch zu schwaches Ablaufen nicht über den Siebboden steigt, ist in der Wand w ein Ausflussschieber S angebracht, der entweder von der Hand oder auch von einem Schwimmer zu stellen ist. Da der schräg ablaufende Boden der beiden Gefässe f und g zugleich noch Gelegenheit für das Absetzen schwerer Substanzen bietet, die von Zeit zu Zeit durch die Entleerungshähne abgelassen werden können, so wirkt dieser Knotenfänger zugleich als Sandfang mit. Endlich ist noch ein Flügelapparat R angebracht, der das Niederschlagen des Zeuges verhindert. — Die neuerdings statt des Schlagrades p zur schnellen Bewegung angeordneten, rasch umlaufenden Kreisexzenter, beseitigen sehr zweckmässig das klappernde Getöse.

Ein noch weitergehendes System zur Erzeugung einer grossen Durchlaufsfläche besteht aus sechs horizontal hintereinander liegenden Sieben, die sämmtlich in hölzernen, mit Schüttelvorrichtungen versehenen Rahmen, 4 cm. von deren Unterkante zum Ausnehmen und mit diesen in viereckige Kasten eingelegt sind. Der erste Siebkasten hat eine Länge von 1,4 m. und eine Breite von 55 cm. Er empfängt das Zeug vom Regulator oder Zeugmesser und ist mit solchen Oeffnungen versehen, dass nur die gröbsten Knoten etc. auf demselben zurückbleiben. Ausserdem liegt er etwa 12 cm. höher als die folgenden vier Siebrahmen, welche in einer Ebene liegen. Das durchlaufene Zeug fliesst aus dem Kasten durch zwei in der vorderen Langseite angebrachte Schlitze von je 25 cm. Länge und 1 cm. Höhe, welche mit dem Siebe in einem Niveau liegen, in einen vor dem Kasten hergehenden Kanal von 8 cm. Höhe und Tiefe, der mit A bezeichnet werden mag. Dieser Kanal biegt sich mit beiden Enden, dem ersten Siebkasten angewendet, rechtwinklig um und nimmt auf solche Weise die drei nächstfolgenden Kästen zwischen die zwei parallel laufenden Arme BB, welche ihrerseits wieder zwischen je zwei Siebkasten durch Kanäle, die mit A parallel laufen, verbunden sind. Die auf 1 folgenden Siebe, 2, 3, 4, 5 sind gleich gross, nämlich 1,75 m. lang und 55 cm. breit. Aus dem ersten, die beiden Arme BB verbindenden, zwischen dem zweiten und dritten Siebkasten liegenden Querkanal C werden diese Siebe durch die Arme BB mit dem aus dem ersten Siebkasten kommenden Zeuge gespeist, durch zwei Ueberfälle von je 30 cm. Breite für jedes Sieb. Auf gleiche Weise geht die Speisung der Siebe 4 und 5 aus dem zwischen diesen liegenden Querkanal D vor sich. Das durch die Siebe gelaufene Zeug des Kastens 2 fliesst über die abgerundete Vorderwand in der Höhe des Siebes in einen schmalen Kasten, der unter dem Querkanal C, also zwischen 2 und 3 liegt, das des Kastens 3 in einen eben solchen zwischen 3 und 4 liegenden, das aus dem Kasten 4 in einen solchen zwischen 4 und 5 liegenden. Sämmtliche drei Kästen sind an den Enden verschlossen und stellen daher Tröge dar, die im Boden aber an zwei Stellen mit Löchern von 35 mm. Durchmesser durchbohrt sind, in welchen Ansatzröhren stecken, die das Zeug in zwei andere geneigte Röhren leiten, um es aus allen Sieben, mit Ausnahme des fünften, in den sechsten Siebkasten, zu bringen. Vor dem fünften Kasten liegt endlich der letzte sechste. Der hierin verhandene Knotenfänger ist 1,65 m. lang und 46 cm. breit und liegt 22 cm. tiefer, als die Siebe in den vier vorhergehenden Kästen. Ausserdem ist seine Lage umgekehrt, weil es Absicht ist, hier das Zeug von unten her durchtreten zu lassen. Aus dem Grunde münden die Röhren, welche das Zeug aus den Kästen 2, 3, 4 abführen, unter dem Siebe in diesen Kasten, und läuft das Zeug aus dem Kasten 5 über einen Ueberfall unter das Sieb, um sich mit dem anderen zu mischen. Die Vermischung wird dabei

wesentlich befördert durch einen Rührapparat, welcher unter dem Siebrahmen durch die ganze Länge des Siebkastens geht. Aus dem letzten Siebkasten kann man das Zeug direkt auf die Maschine weiter laufen lassen. Zur regelmässigen Stoffvertheilung sind nicht allein sämmtliche Ueberfälle mit kupfernen Schützen versehen, sondern es befinden sich auch dergleichen in den Seitenkanälen B B, um einzelne Siebe ganz ausschliessen, herausnehmen, reinigen, auswechseln und reguliren zu können. Was die weiteren Details dieses Knotenfängers anbetrifft, so ist noch anzuführen, dass das erste Sieb aus 126 Schlitzen von 43 cm. Länge und 0,5 mm. Breite, die vier folgenden jedes aus 1920 Schlitzen von 8,5 cm. Länge und 0,2 mm. Breite, das sechste wieder aus Schlitzen von 0,5 mm. Breite besteht, weil das letztere nur die Aufgabe hat, die auf und unter den anderen Sieben gebildeten Fäden (Katzen) zurückzuhalten. In 1 und 6 sind die Siebe aus Stäben oder Platten, in 2, 3, 4, 5 gewöhnlich aus Platten gebildet. Für grobe Papiere kann man die Einrichtung treffen, dass nur der erste und sechste Knotenfänger arbeiten.

Zur Vergrösserung der Knotenfänger bei kleinen Schlitzbreiten sind noch folgende zwei Anordnungen angegeben. Die erste besteht in Herstellung einer Zickzackform, nach welcher die Platten oder Stäbe zusammengereiht werden. Bei der zweiten hat der Knotenfänger eine Zuckerhutform, die mit der Spitze nach unten in dem Zeugkasten hängt und in schwingende Bewegung gesetzt wird, wobei das Zeug mit Hinterlassung der Knoten etc. von aussen in den Knotenfänger tritt und von hier oben heraus nach der Maschine fliesst.

Da die Knotenfänger in ihrer Wirkung grosse Aehnlichkeit mit der Waschscheibe der Holländer besitzen, so liegt der Gedanke nahe, auch den Waschtrommelu ähnliche rotirende Knotenfänger zu konstruiren, welche denn auch ziemlich häufig in Anwendung stehen.

B. Die Form mit Zubehör.

Weil die Bildung des Papiers auch bei der Papiermaschine durch schnelle Entziehung des Wassers vermittelst eines Organes geschehen muss, welches dieselben Bedingungen zu erfüllen hat, wie die Form des Schöpfers, so heisst es auch hier die Form und besteht unter allen Umständen aus einem Drahtgewebe ohne Ende, welches sich kontinuirlich von der Bütte fortbewegt und auf dessen Oberfläche sich das Zeug gleichmässig zu verbreiten hat. Das Drahtgewebe kann nun entweder als ein langes, in sich zurückkehrendes breites Band (wie z. B. das Zuführtuch ohne Ende bei Spinnereimaschinen) angeordnet sein und wird darum auch das Metalltuch genannt, oder es kann die Form einer runden, um ihre Achse sich drehenden Trommel (Zylinder) besitzen, wonach man zwei Klassen von Papiermaschinen unterscheidet: Maschinen mit gerader Form und Zylindermaschinen.

1) **Die gerade Form.** — Die gerade Form muss vor Allem in genau horizontal liegender Oberfläche ausgespannt sein und ist deshalb zunächst um zwei Walzen gelegt, welche dieselbe tragen und zum Theil auch spannen. Indem nun das Zeug an dem einen Ende auf dieses Tuch läuft, wird es von demselben in der von der Walze weggehenden Richtung mitgenommen und je mehr es sich von der Auflaufstelle entfernt, von Wasser befreit, indem sich dieses vermöge seines Gewichts durch die Oeffnungen des Gewebes zieht und abläuft, wobei endlich ein Punkt eintritt, bei welchem das Wasser abzulaufen aufhört und die Papiermasse in ähnlicher Beschaffenheit, wie auf der Handform, zurückbleibt. Dieser Punkt be-

stimmt zunächst die Länge des arbeitenden Theils der Form, weil ein weiteres Fortführen der Masse auf dem Drahtgewebe keine Bedeutung mehr haben kann. Die Breite des Metalltuches wird man offenbar so gross als möglich machen, weil bei gleicher Geschwindigkeit die pro Zeiteinheit erzeugte Papiermenge im geraden Verhältnisse mit dieser Breite zunimmt. Ausser Länge und Breite des Tuches kommt noch in Frage die Geschwindigkeit, die Grösse der Maschen und das Auflaufen des Zeuges.

Das Auflaufen des Zeuges auf die Form darf nicht mit einem Stosse geschehen, weil dadurch Theile wegspritzen und in dem vorangehenden, schon zum Theil vom Wasser befreiten Zeuge Flecke hervorbringen und weil die Masse selbst an der Stossstelle zusammengeschoben und ungleichmässig vertheilt werden würde. Demnach muss das Zeug, um den Stoss zu vermeiden, unter einem kleinen Winkel gegen das Tuch treten und zwar mit einer Geschwindigkeit, die der des Tuches ziemlich nahe liegt. Man erreicht eine solche sanfte Aufführung dadurch, dass man vor dem Ueberfalle der Bütte (Teller h Fig. 549) über die ganze Breite der Maschine einen Streifen aus Leder oder Kautschuk (die Schürze) als Führung anbringt, unter welchem die Form herschleift. — Die Geschwindigkeit, mit welcher das Zeug auffliesst, wird übrigens nicht allein wegen der Vermeidung des Stosses mit der Geschwindigkeit der Form in Einklang gebracht, sondern auch wegen der Gleichmässigkeit, die man dem Papierblatte geben muss. Hierbei kann es theoretisch gleichgültig sein, ob diese Geschwindigkeiten gleich oder ungleich sind, weil man durch die Konsistenz des Zeuges die Blattdicke bestimmen kann, indem bei langsamem Gang der Form langsam auffliessendes Zeug bei dünner Konsistenz ebenso dickes Papier liefern kann, als schnell auffliessendes bei dicker Konsistenz und schneller Bewegung der Form. Nur eine gleichbleibende Gesch windigkeit ist erforderlich, d. h. das Niveau in der Bütte ist stets in derselben Höhe zu erhalten, weil ja dadurch die Ausflussgeschwindigkeit bestimmt wird. Da es nun leichter ist, das ein für allemal bestimmte Niveau genau zu beobachten und zu reguliren, als dasselbe bei jeder anderen Papierdicke zu verändern, so verändert man in der Praxis nicht gern die genannten Geschwindigkeiten, sondern bestimmt die Blattdicke nur durch die Zeugkonsistenz. Dabei kann man die Durchschnittsgeschwindigkeit der Form zu 10 m. pro Minute als Grundlage annehmen.

Die Maschen der Form sind fast immer so gewählt, wie die Maschen der Velinform S. 828 einmal, weil glatte Papiere in überwiegender Menge (namentlich seit Einführung der Stahlfedern) verlangt werden und dann auch, weil bei der gerippten Form der Stoffverlust zu gross ausfallen würde. Im Durchschnitt befinden sich 360 bis 625 Oeffnungen auf 1 qcm.

Die Länge der freiliegenden Form, welche bestimmt wird durch den Punkt, an welchem das Abfliessen des Wassers aufhört, hängt demnach ab von der Leichtigkeit, mit welcher das Wasser durch die Maschen abläuft, also von der Maschengrösse und von der Geschwindigkeit, mit welcher die Form sich bewegt, indem die Länge mit der Geschwindigkeit wachsen muss. Sie lässt sich nur erfahrungsmässig feststellen und darnach beträgt die obere horizontale Entfernung der Endwalzen 3 bis 5 m., woraus sich eine Länge für das ganze Tuch von mindestens 10 bis 12 m. ergiebt. Desgleichen bestimmt sich die Breite nach der praktischen Möglichkeit der Ausführung und beträgt 1 bis 1,5 m.; die grösste bis jetzt erzeugte Breite ist 2,5 m. Die Schwierigkeiten, welche sich der Anwendung grösserer Breiten entgegensetzen, sind mancherlei Art. Zunächst ist das Weben

solcher breiten Drahtgewebe nur nach Erbauung besonderer Webstühle möglich, und dann auch nur mit Anwendung ganz besonderer Aufmerksamkeit die erforderliche Genauigkeit zu erzielen. Ferner ist es sehr schwierig, Flächen von solcher Breite in gehöriger Weise zu montiren, weil eine absolut ebene Oberfläche beschafft werden muss, wenn ein gleichmässiges Produkt erzeugt werden soll. Zur Hervorbringung und Erhaltung der horizontalen ebenen Oberfläche gibt man der Form ausser den beiden Endwalzen noch in der ganzen Ausdehnung weitere Unterstützung durch parallel nebeneinander liegende dünne Walzen aus Kupfer- oder Messingröhren oder Rollen aus massivem Metall, welche nur soweit auseinander liegen, dass das Wasser ungehindert ablaufen kann, und die man möglichst dünn macht, um viele Auflegestellen zu erhalten, wesshalb die Zahl derselben oft 50 erreicht. Da jedoch diese dünnen Walzen der Durchbiegung um so mehr ausgesetzt sind, je länger man sie der Formbreite wegen zu machen gezwungen ist, die Durchbiegung aber die ebene Oberfläche zerstört und in eine konkave verwandelt, so bedarf es entweder noch einer weiteren Unterstützung derselben oder eines grösseren Durchmessers, in welchem letzteren Falle aber die Auflegestellen vermindert werden. Deshalb mehren sich die Schwierigkeiten für die Herstellung breiter Formen nach beiden Richtungen.

An der Papiermaschine mit gerader Form sind übrigens zur Unterstützung des Wasserablaufens und zur Beförderung der Verfilzung, sowie zur Regulirung der Papierbreite und zur Verhinderung des Ueberlaufens an den Seiten zwei wesentliche Einrichtungen vorhanden. Die erste ist die Schüttelvorrichtung, welche in ähnlicher Weise, wie bei der Handform, dem Tuche eine zitternde Bewegung rechtwinklig gegen die Längenbewegung ertheilt. Sie besteht in einer Lagerung des Rahmens, in welchem alle direkt oder indirekt zur Papiererzeugung dienenden Theile liegen, auf Rollen oder Stützen, welche letztere durch Gelenkbolzen mit dem Maschinengestell drehbar verbunden sind, und in Ertheilung kleiner, schnell aufeinander folgender (160 bis 300 in der Minute) Schläge an den Rahmen durch Exzentriks oder Schlagfinger. Weil dabei der auf Rollen liegende Rahmen geradlinige, der auf Stützen ruhende bogenförmige Schwingungen macht und das Zeug eher abschleudert, so verdient die erste Anordnung den Vorzug. Man hat auch Konstruktionen angegeben, um statt der horizontalen Schwingungen vertikale hervorzubringen, um dadurch dem Uebelstande abzuhelfen, welcher bei der Abnahme des Papierblattes entsteht, indem das bereits durch später zu erklärende Vorrichtungen festgehaltene Papier nicht mehr an den Schwingungen Theil nimmt, und ein Ab- oder Einreissen von dem noch auf der Form liegenden Papierblatte verursacht, was bei vertikalen Schwingungen nicht zu befürchten ist; nur wird bei dieser Einrichtung die Verfilzung nicht so günstig bewirkt. Die schüttelnde Bewegung der Form hat diesen Maschinen auch den Namen Schüttelmaschinen gegeben. — Um das Ueberlaufen des Papiers an den Seiten zu verhindern, als auch, um innerhalb gewisser Grenzen die durch das zu fabrizirende Papierformat bestimmte Breite des Papiers zu reguliren, sind Riemen ohne Ende angebracht, die sich vermittelst Druckrollen fest an die Form andrücken, mit derselben in gleicher Geschwindigkeit sich bewegen und sich gegeneinander durch Schraubenvorrichtungen verstellen lassen. Sie vertreten gewissermassen den Deckel der Handform und heissen auch demnach Deckelriemen. Man verfertigt sie aus Leder, Guttapercha oder aus mit Kautschuk getränktem Baumwollband in einer Dicke von 1 bis 1,5 cm. und einer Breite von 4 bis 5 cm.

Bei der ziemlich schnellen Bewegung und nicht immer zu erreichenden gleichen Spannung des Metalltuchs ist ein Schieflaufen nach rechts oder links in geringem Grade unvermeidlich, und in Folge dessen eine Verletzung des Tuches oder Entstehung schlechter Stellen im Papier zu befürchten. Um dies zu vermeiden, macht man diejenige Walze, um welche die Form sich nach unten wendet, etwas horizontal verschiebbar, durch Lager, welche vermittelst Stellschrauben einer solchen Verschiebung fähig sind, wo dann der Maschinenführer durch die Schrauben den Gang regulirt. In neuester Zeit hat man auch zu diesem Zwecke selbstthätige mechanische Einrichtungen, Metalltuchregulatoren, angebracht, welche auf folgende Weise eingerichtet sind. Etwas vor der zweiten Endwalze liegt quer über der Maschine und unter der Form eine Leitstange mit zwei Scheiben oder Flügeln, welche das Metalltuch zwischen sich nehmen und leicht berühren, so dass die Leitstange in der Längenrichtung verschoben wird, wenn die Form nach links oder rechts abweicht. Die Leitstange trägt nun am Ende eine Riemenführung, die je nach der Stellung der Leitstange einen von der Maschine in Bewegung gesetzten Riemen, auf eine von drei kleinen Riemenscheiben führt, wovon die mittlere eine Losscheibe ist, auf welcher der Riemen bei richtigem Gange des Tuches läuft. Die beiden danebenliegenden Riemenscheiben stehen durch kleine konische Zahnräder auf bekannte Weise mit einer Schraube in Verbindung, welche das Lager der Formwalze in horizontaler Richtung verschiebt. Wenn nun das Metalltuch anfängt, schief zu laufen, gleitet es an eine der, auf der Leitstange sitzenden Scheibe, rückt damit den Riemen auf eine der beiden festen Riemenscheiben und dreht sofort die Schraube, welche durch die bezeichnete Verschiebung augenblicklich den Gang regulirt.

Nachdem das Papierzeug auf der Form so viel Wasser verloren hat, als durch das Schütteln ermöglicht wird, ist der Zusammenhang des Papierblattes doch noch nicht der Art, dass man dasselbe ohne Gefahr des Abreissens von der Form nehmen kann; es bedarf vielmehr erst noch einer weiteren Annäherung der Fasern behufs Erhöhung der Festigkeit durch eine Zusammenpressung. Da aber dieses Zusammendrücken, wenn es durch Walzen etc., die das Papier zwischen sich und das Metallgewebe nehmen, geschehe, die theure Form bald abnutzen würde, so wendet man dazu keine Druck-, sondern Saugapparate[1]) an, die auf verschiedene Weise eingerichtet sind. Bei allen Einrichtungen aber liegt unter der Form quer durch die Maschine ein schmaler Kasten, der oben offen ist und über den die Form wegzieht, indem sie sich auf die mit Leder bepolsterten Ränder fest auflegt und auch wohl noch durch, in dem Kasten liegende Walzen Unterstützung findet. In diesem Kasten wird ununterbrochen ein luftverdünnter Raum erhalten, welcher das Papier an die Form ansaugt, dadurch die Fasern sich nähern und noch Wasser entfernen lässt. Die Art der Erzeugung des luftverdünnten Raumes begründet die Mannigfaltigkeit in der Einrichtung der Saugwanne, indem man Ventilatoren, Luftpumpen oder besondere eigenthümliche Saugvorrichtungen anbringt, welcher letzteren hier einer näheren Erwähnung geschehen kann, da die Konstruktion der ersteren als genügend bekannt zu erachten ist. Eine der älteren Saugvorrichtungen ist der Glockenapparat. Dieser besteht aus einigen, z. B. drei neben einander stehenden Blech- oder Holzzylindern, die mit Wasser gefüllt sind und in denen sich Glocken, durch Kurbeln

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1857. S. 307. — Polyt. Centr., 1858. S. 785; 1859. S. 27; 1864. S. 448. — Dingler's Journ., Bd. 115. S. 23; Bd. 148. S. 25; Bd. 150. S. 262.

getrieben, auf und nieder bewegen, in ähnlicher Weise wie bei den Gasometern. Durch den Boden der Zylinder treten nun Röhren über das Wasser, welche am oberen Ende mit Klappenventilen versehen und mit dem anderen Ende mit dem Saugkasten verbunden sind. Indem sich die Glocken der Reihe so heben, dass immer wenigstens eine im Heben begriffen ist, erzeugen sie über dem Wasser einen luftverdünnten Raum, wodurch die Ventile der Röhren sich öffnen und eine saugende Wirkung in dem Saugkasten eintritt. Beim Niedergange der Glocken schliesst sich das Röhrenventil, indem die Luft komprimirt wird. Zur Herstellung eines gewöhnlichen Luftdruckes befinden sich in den Glocken ebenfalls Ventile, die sich nach aussen öffnen und die zusammengedrückte Luft entweichen lassen.

Ein Saugapparat, der sich durch grosse Einfachheit in der Konstruktion und Behandlung auszeichnet und daher sehr in Gebrauch gekommen ist, führt den Namen einer selbstwirkenden pneumatischen Saugwanne. Derselbe besteht, wie Fig 550 im Längenschnitt zeigt, zunächst aus einem hölzernen, luftdicht zusammengearbeiteten Kasten mit zwei Querstücken als Absteifungen und zum Zusammenhalten, welcher durch einen zweiten Boden o in zwei durch eine Oeffnung H mit einander in Kommunikation befindliche Abtheilungen getheilt ist. Ueber dem oberen, mit Leder gepolsterten Rand a a des Kastens bewegt sich das Metalltuch. Aus dem unteren Raume führt ein kupfernes Rohr u in senkrechter Richtung etwa 1,2 bis 1,5 m. nach abwärts, wo es etwa 2 cm. tief in ein Gefäss mit Wasser reicht. Indem nun der Kasten, ehe die Maschine angeht, bei geschlossenem Hahn x bis über den Boden o mit Wasser gefüllt wird und darauf das mit Papierzeug gefüllte Metalltuch über den Kasten geht, wird beim Oeffnen des Hahnes x Wasser vermöge der Schwere abzufliessen beginnen. In Folge des mittelst des Metalltuches auch über dem Kasten entstandenen Abschlusse wird das Abfliessen aber nur so lange stattfinden, bis sich die Luft in dem Kasten so weit verdünnt hat, dass sie mit der daran hängenden Wassersäule von 1,2 bis 1,5 m. dem äusseren Atmosphärendrucke das Gleichgewicht hält. Da nun der Druck einer Atmosphäre einer Wassersäule von etwa 10 m. gleich ist, so wird die im Kasten befindliche Luft bei 1,2 m. Länge des Saugrohres eine Druckverminderung von $\frac{1,2}{10}$ oder etwa $^1/_8$ erfahren, d. h. die äussere Luft wird mit $^1/_8$ kg. Ueberdruck auf 1 qcm. als nunmehr ganz konstant wirkende Kraft das Wasser aus dem Zeuge drängen, so dass es unaufhörlich in der, dem Zufluss entsprechenden Menge durch S abläuft. Eine Schwierigkeit bietet nur noch der luftdichte Abschluss zwischen Metalltuch und Kasten, da jenes in seiner Querrichtung nicht gut gespannt werden kann und nach einiger Zeit des Gebrauchs leicht kleine Bauchungen macht, welche die Luft durchstreichen lässt. Man hat diesen Uebelstand auf folgende einfache Weise zu beseitigen gewusst. Man legt das Drahttuch nicht auf die äusseren Kanten, sondern auf die beiden Querstücke a a, welche gleiche Höhe mit dem Kasten haben, mit einem Lederüberzuge versehen sind und zwei Räume s s an den Enden des Kastens abtrennen, die mit dem inneren Raume nicht in Verbindung stehen. In diese beiden Abtheilungen lässt man nun fortwährend

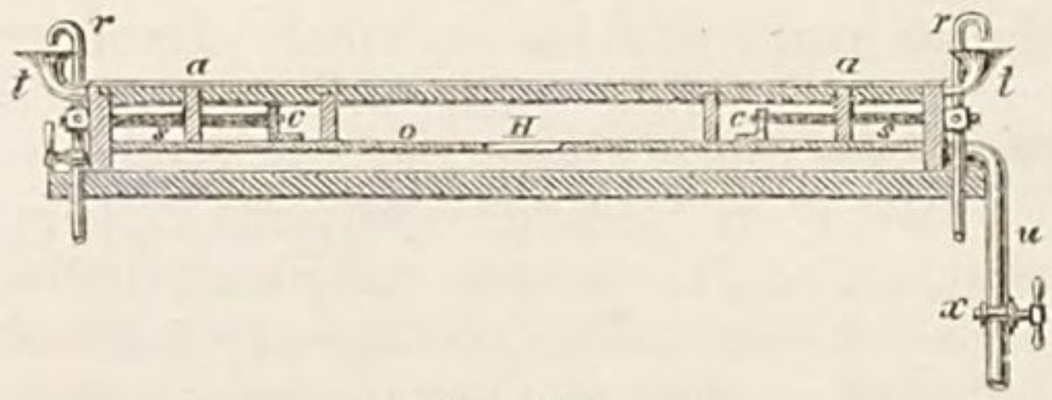


Fig. 550.

durch die Röhren r r und die Trichter t t Wasser fliessen, so dass sie davon überlaufen. Dadurch saugen sich die etwaigen Bauchungen ununterbrochen mit Wasser voll, so dass nur etwas Wasser, aber keine Luft, in den Kasten treten kann. Die beiden Zwischenräume a a lassen sich durch die beiden Messingschrauben s, welche die Muttern in a haben, nähern und von einander entfernen, um kleineren und grösseren Papierbreiten angepasst werden zu können.

Andere Saugapparate beruhen auf dem Prinzipe des Giffard'schen Injektors, nur, dass statt Wassers Luft durch einen Wasserstrahl angesogen wird.

2) **Die zylindrische Form.** — Die zylindrische Form unterscheidet sich von der geraden Form nur dadurch, dass das Metallsieb auf ein Zylinderskelett gezogen ist, welches aus einer grösseren Anzahl von Messingringen besteht, die etwa 1 m. im Durchmesser haben, auf einer horizontalen Achse befestigt und an der Peripherie mit einer Anzahl, der Achse parallel laufenden Messingstäben, umkleidet sind, welche ausreicht, dem aufgezogenen Siebe die volle Zylindergestalt zu geben. (In Bezug der Zeugzuführung, Saugapparat etc. kann auf die später erfolgende Beschreibung einer mit Zylinderform ausgestatteten Maschine verwiesen werden.)

C. Der Gautsch-Apparat mit Zubehör.

Nachdem die Papiermasse mit der Form sich über den Saugapparat hinweg bewegt hat, ist die Konsistenz der ersteren eine solche geworden, dass sie sich nunmehr kann von der Form ohne Beschädigung abnehmen lassen. Da diese Abnahme nach denselben Grundsätzen stattfinden muss, welche beim Gautschen der Handarbeit massgebend sind, nur mit dem Unterschiede, dass sie kontinuirlich zu erfolgen hat, so stehen für die Arbeit des Gautschens auch nur mit Papiermacherfilz, S. 829, überzogene, sich drehende Walzen (Gautschwalzen), in Anwendung. Diese, gewöhnlich aus Kupfer gemachten, hohlen Walzen sind so vertheilt, dass die eine grössere über und die andere kleinere unter der (geraden) Form liegt, so dass sich letztere über die kleinere Gautschwalze zurückbewegt, nachdem die, der vermehrten Druckfläche wegen bedeutend grössere Walze nach einem gemeinschaftlich mit der Unterwalze ausgeübten Drucke das Papier abgenommen hat.

Wenn zwar die Gautschwalzen durch das Aufsaugen einen weiteren Antheil des Wassers aus dem Papier entfernen, so ist doch der Wassergehalt noch so bedeutend (84,4 %[1]), dass nicht nur der dadurch verursachte geringe Festigkeitsgrad ein besonderes Führungs- und Unterstützungsmittel, sondern dass dadurch aus denselben Gründen, welche S. 735 beim Trocknen der Gewebe angegeben sind, auch ein stufenweise erfolgendes Entfernen durch Pressen und Verdunsten gefordert wird.

Zum Transport des Papiers dient ausschliesslich ein Tuch ohne Ende, welches zweckmässig ebenfalls mit saugenden Eigenschaften ausgestattet, daher aus Papiermacherfilz hergestellt ist und gehörig straff angezogen, über Leitwalzen geführt wird. Wegen der grossen Menge Wasser, die es einsaugt, heisst dies Tuch Nassfilz.

Die zum Auspressen gebrauchten Pressen können der Natur der Sache nach nur Walzenpressen sein und müssen mehrere Male aufeinander folgen, weil nur dadurch das nothwendige, langsame Entfernen des Wassers erreicht wird. Das erste Walzenpaar ist daher so angeordnet, dass der erste

---

1) Zeitschr. d. Ver. deusch. Ing., 1867. S. 627.

Nassfilz mit dem Papier zwischen ihnen durchgeht (Nasspresse, Presse humide). In Folge der weiteren Entwässerung (der Wassergehalt beträgt 57,6 %) ist das Papier so widerstandsfähig geworden, dass es ohne Begleitung eines Filzes weiter gehen kann. Dennoch führt man es noch einmal mit dem Filz durch ein zweites Presswalzenpaar, um noch mehr Wasser auszupressen (zweiter Nassfilz, zweite Nasspresse) und zwar mit der Anordnung, dass bei dieser Presse die zweite Seite des Papiers mit dem Filz in Berührung gelangt, was des gleichmässigen Ansehens wegen nothwendig ist. — Betreffs der Presswalzen mag noch erwähnt werden, dass sie einen Durchmesser von etwa 30 bis 35 cm. besitzen, aus Gusseisen (Hartguss) hergestellt und mit einer möglichst hohen Politur ausgestattet sind. Zur Vermeidung von Rost und Erhaltung der Glätte ist es übrigens sehr empfehlenswerth, die Walzen mit Messing zu überziehen.

D. Der Trockenapparat.

Durch das eben erwähnte Pressen hat das Papier das Wasser soweit (auf 54 %) verloren, dass nunmehr die sogenannte Nasspartie beendet und eine weitere Wasserentziehung durch Verdunstung mit Hilfe von Wärme in der sogenannten Trockenpartie zu erfolgen hat, welche der Hauptsache nach und naturgemäss aus Hohlzylindern besteht, die gewöhnlich durch Dampf, selten durch direkt durchströmende brennende Gase erwärmt werden.

Das Trocknen des Papiers ist für das Gelingen eines tadellosen Produkts von grosser Wichtigkeit, indem davon Festigkeit und Ansehen des Papiers wesentlich mit abhängt. Als Hauptbedingung nebst der Beachtung grösster Reinlichkeit ist ein langsames Trocknen aufzustellen. Beim scharfen, d. h. schnellen Trocknen verdunstet das Wasser mit Heftigkeit, wodurch sich auch im Innern des Papiers Wasserdämpfe von solcher Spannung bilden, dass die Fäserchen gewaltsam aus einander gerissen werden, während sich andererseits nach der Entfernung des Wassers ein starkes Streben zum Zusammenziehen offenbart, dem die Fäserchen nicht schnell genug zu folgen vermögen und daher in eine unnatürliche gespannte Lage gerathen, welche der Festigkeit schadet. Zur Erzeugung eines, diese Fehler vermeidenden, langsamen Trocknens ist eine stufenweise sich steigernde Erwärmung durch eine gewisse Anzahl Trockenzylinder erforderlich. Diese Anzahl richtet sich nach mancherlei Umständen: nach der Grösse der Zylinder, nach der Geschwindigkeit der Maschine, nach der Qualität des Papiers, nach der Leimung u. s. w. Mindestens sollten vier vorhanden sein; man geht aber hinauf bis zehn. Je schneller eine Maschine arbeitet, je grösser muss die Stufenreihe der Erwärmung sein, wenn das Wasser in derselben Zeit verdampfen soll, da die Peripheriegeschwindigkeit der Trommeln gleich der Papiergeschwindigkeit gemacht werden muss. Die Erwärmung wird dann so eingerichtet, dass der Dampf aus der einen Trommel in die nächstfolgende tritt, weshalb die Achsen hohl sein müssen. — Als Wirkung dreier Trockenzylinder ist sodann anzunehmen, dass das Papier hinter dem ersten Trockenzylinder noch etwa 53,4, hinter dem zweiten 32,6, hinter dem dritten 3,2 % Wasser enthält. — Die Trockenzylinder sind in der Regel von bedeutender Grösse, von 0,75 bis 1 m. und mehr (1,25 m.) Durchmesser. Sie wechseln oft mit Trockenpressen ab, welche die Dichtigkeit und die Glätte wieder hervorbringen sollen, wobei das Papier auf ähnliche Weise wie bei den anderen Pressen durch Filze ohne Ende begleitet und getragen wird.

Von den mancherlei Abweichungen und Ergänzungen, welche man an der Trockenpartie der Papiermaschine vorgenommen hat und die theilweise

Papier-Maschine.

Hoyer Technologie.

Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt

C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

nur in den Oertlichkeiten (wegen der Aufstellung) ihren Grund haben oder auch nur zweifelhaften Werth besitzen, mag hier erwähnt werden, dass man die Trockenzylinder statt neben einander, auch über einander angeordnet hat, dass die Trockenfilze durch besondere Trommeln getrocknet werden, dass man statt der Erwärmung durch Dampf, direkte Erwärmung mittelst durchziehender Flamme (wegen der Beschmutzung und schlechten Regulirung der Wärme wohl wenig praktisch) vorgeschlagen hat u. s. w.

E. Der Abnehme-Apparat.

Das vom letzten Trockenzylinder oder der letzten Trockenpresse kommende Papier ist entweder zum Gebrauch fertig oder es bedarf noch einer Anzahl (später zu erwähnender) Arbeiten, zum Zwecke der Vollendung oder Zurichtung für bestimmte Verwendungen. — In allen Fällen aber ist als letztes Organ der Maschine der Haspel anzuführen, auf welchen das Papier aufgewickelt wird. Dieser Haspel besteht entweder aus einer Anzahl (6 bis 8) Latten von der Länge gleich der Maschinenbreite, die durch Speichen parallel und im Kreise gestellt, so mit einer vor der Maschine liegenden Welle verbunden sind, dass man ihren Umfang verändern kann; oder aus einer einfachen, runden, hölzernen Walze. Er bekommt seine Drehung von der Maschine durch Friktion auf die Art, dass ein langsameres Laufen beim Dickerwerden durch den Zug des Papiers, wonach also die zur Bewegung nöthige Reibung bestimmt werden muss, von selbst eintritt. Um einen vollen Haspel leicht gegen einen leeren auswechseln zu können, liegen zwei Haspel in Lagern, welche sich an den Enden zweier um ihre Mitte drehbarer Hebel befinden, so dass durch Umdrehen dieser Hebel die Auswechselung vorgenommen wird.

IV. Die Papiermaschinen.

Wenn zwar die Papiermaschine, welche die im Vorstehenden erörterten Apparate zusammenfasst und demnach als eine organische Verbindung derselben zu betrachten ist, in Einzelnem ziemlich abwechselnd konstruirt sein kann, so gehört sie doch entweder derjenigen Gattung an, welche als charakteristische Eigenthümlichkeit eine gerade, oder derjenigen, welche als Charakter eine zylindrische Form besitzt, wenn hier diejenigen Maschinen als unwesentlich ausgeschlossen werden, welche nach dem Prinzip der Handarbeit das Schöpfen, Gautschen etc. bogenweise vornehmen. — Es mag daher hier nunmehr zur weiteren Erklärung des Obigen und zur allgemeinen Uebersicht die Beschreibung einer Maschine mit gerader und einer mit zylindrischer Form genügen.

A. Papiermaschine mit gerader Form.

Als Typus einer solchen Maschine kann die auf Tafel IV. in Skizze dargestellte gelten. Dieselbe gliedert sich in die Theile A, B, C, D, E, F, G, H, I, K. —

Der erste Theil A, welcher den Sandfang bildet, steht einerseits mit der Zeugbütte, andererseits mit einem Wasserbehälter in Verbindung, aus welchen Zeug und Wasser vermittelst Schöpfrädern in gehörigem Verhältniss aufgegeben wird. Er bildet drei Gänge A_3 von je 2 m. Länge, welche in der Art mit einander verbunden sind, dass das Zeug von dem ersten Gange durch ein am Ende angebrachtes Bogenstück in den zweiten und dann ebenfalls vermittelst eines am anderen Ende liegenden Bogenstückes über Sandfänge nach Art der Fig. 547, S. 834 in den dritten Gang fliesst, um, nach einem Wege von mehr als 6 m., aus dem dritten Gang einzu-

laufen in den Kasten a, in welchem es durch eine Flügelwelle stetig umgerührt wird.

Aus dem Behälter a gelangt sodann das Zeug in den mit B überschriebenen Theil, der aus 3 Knotenfängern a_1, a_2, a_3 besteht, und zwar in der Weise, dass die eine Hälfte durch Ueberfliessen über ein Kupferblech in den ersten a_1, die andere Hälfte aber durch ein Bodenrohr in den zweiten Knotenfänger a_2 gelangt. Wieder vereinigt tritt dasselbe sodann von unten in den dritten Knotenfänger a_3 (Katzenfang), und von diesem endlich über den in der Figur erkennbar gezeichneten Teller und Schürze auf die Form S, welche den Haupttheil von C und D ausmacht. Diese Form S, welche über die grosse (Brust-) Walze b sich nach oben wendet, bewegt sich weiter, getragen von einer grösseren Anzahl Walzen (Registerwalzen) 1, 2, 3, 4, 5 etc., über die zwei Saugkasten e_1, e_2 zwischen den Gautschwalzen L und f durch und dann über f nach unten zurück, hier von 5 Walzen geführt, wovon r_1 und r dieselbe spannen. Zur Hervorbringung der schüttelnden Bewegung liegt die Brustwalze b mit den Tragwalzen 1, 2, 3 etc. bis zu dem festen Gestell D auf einem Rahmen, der von 4 vertikalen Stützenpaaren h getragen wird, die durch seitwärts angebrachte Kreisexzenter um ihre unten liegenden Drehbolzen in schwingende Bewegung gesetzt werden. — Ueber der Form und mit derselben sich fortbewegend, befindet sich der ebenfalls mit S bezeichnete Deckelriemen um eine Rolle über der Brustwalze b und eine zweite r gehend, gespannt durch die hängenden Spannrollen C. — Das durchlaufende Wasser wird unter der Form von dem flachen Kasten c, c aufgefangen und zu dem Wasserschöpfwerk geleitet, um immer wieder, zur Vermeidung von Faserverlust, als Verdünnungswasser in Gebrauch zu kommen.

Aus dem Gautschwalzenpaar tritt das Papier, indem es sich durch die rauhe Fläche des Filzüberzuges der, an die Form und die untere Walze f sich anpressenden Oberwalze L ablöst, auf den Nassfilz M_1, um mit diesem (wie oben ausführlich erörtert wurde) durch die zwei Nasspressen E und F zu gehen und zwar in der Art, dass es in der Presse E mit der unteren, in der Presse F mit der oberen Seite auf dem zweiten Nassfilz M_2 aufliegt. Bei diesen beiden Pressen dienen, wie die Figur erkennen lässt, Druckschrauben N zur Hervorbringung des Druckes und zur Regulirung des Abstandes. Der zweite Nassfilz M_2 wird ferner in dem Gestell F mit Hilfe der Spannwalze l und die Schraube l_1 gespannt. — Das Papier tritt sodann über die Führungswalze M in den Trockenapparat H und zwar der Reihe nach über die mit Dampf geheizten Trommeln T_1, T_2, T_3, T_4, begleitet von dem, über Leitwalzen geführten Trockenfilz g_1, welches die Trommel T_1 und T_2 an der unteren Hälfte umfasst, um die dazwischen liegende Walze geführt und durch die geheizte Trommel T_5 stetig getrocknet wird. Der zweite Trockenfilz g_2 dahingegen läuft in ähnlicher Weise mit dem Papier über die obere Hälfte der Trommeln T_3 und T_4. — Darauf gelangt das Papier in die zwei Trockenpressen k, k_1 des Theiles J und endlich, direkt oder durch den später zu erwähnenden Schneidapparat s_1, s_2 zu dem Haspel p, der mit dem Reservehaspel p von zwei um M_1 drehbare Balken getragen wird. — Schliesslich sei noch erwähnt, dass unter der Nasspartie C, D ein mit Rc bezeichnetes Wasserrohr liegt, welches unter gewissem Drucke Wasser zuführt, das, gleichzeitig mit einem Filzschaber unterstützt, die obere Gautschwalze sowie die Nassfilze durch Abspritzen von angehängten Fasern rein halten soll. — Ausserdem ist bei Rd das Dampfrohr sichtbar, welches durch Flantschen und aufwärtsgehende Zweigröhren die Heiztrommeln mit Dampf speisst. — Endlich sei noch bemerkt,

dass in der Gegend über den Tragwalzen 2, 3, also unmittelbar hinter der Stelle, an welcher das Zeug auf die Form läuft, zwei Lineale dd, bis an die Oberfläche des Zeuges reichend, eingelegt sind, welche die Bestimmung haben, den sich sehr stark bildenden Schaum zurückzuhalten (Schaumleisten).

B. Papiermaschine mit zylindrischer Form.

Die Papiermaschine mit zylindrischer Form, die Zylindermaschine,[1]) die in Fig. 551 schematisch dargestellt ist, unterscheidet sich von der beschriebenen Papiermaschine mit endlosem Tuch nur eigentlich dadurch, dass statt des letzteren der mit Drahtgewebe überzogene Zylinder, S. 843, vorhanden ist, und in der Art der Zeugführung, indem diese wegen der geringen Fläche, welche der Trommelmantel hierzu darbietet, nicht tangential geschehen kann. Man legt vielmehr die um ihre Achse drehbare Form in einen Kasten gg, dem das Zeug bei f aus der Zeugbütte d zufliesst,

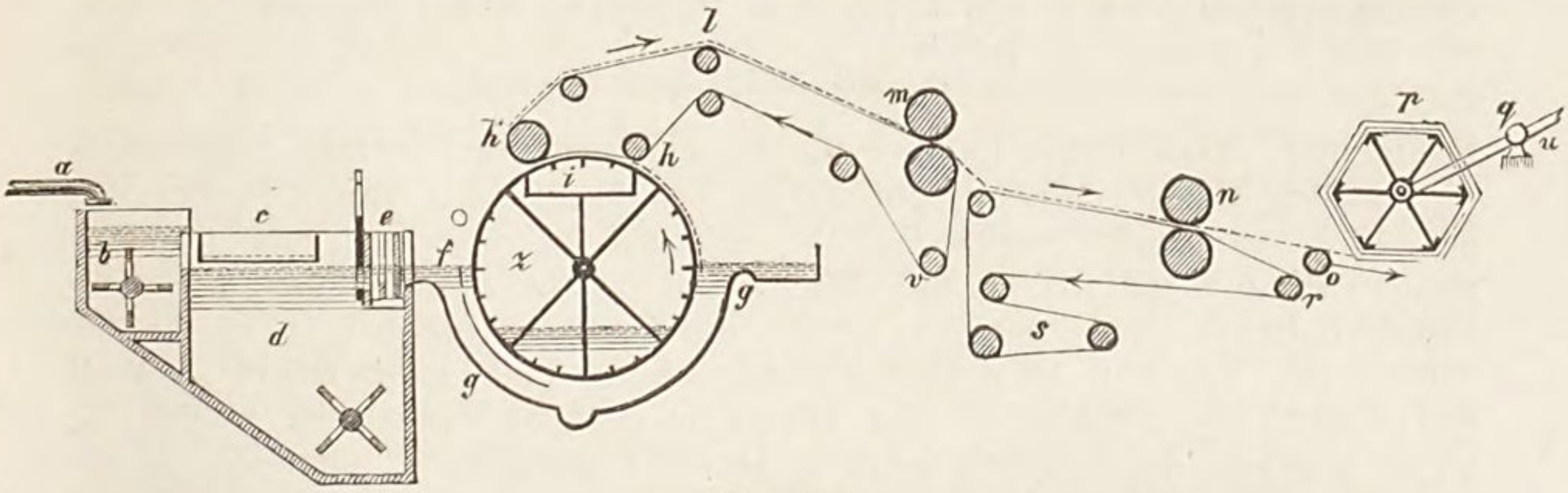


Fig. 551.

der es durch einen Regulator zugeführt wird, nachdem es den Knotenfänger c und den Katzenfang e passirt hat. — Wie bei der Waschtrommel T am Holländer, S. 814, dringt das Wasser in Folge des hydrostatischen Druckes durch die Maschen der Form in das Innere des Zylinders und hinterlässt auf demselben eine Papierlage, welche sich bei der kontinuirlichen Drehung der Trommel aus der Masse aushebt und an einer passenden Stelle als zusammenhängendes fortlaufendes Papier abheben lässt. Dies Abheben oder Gautschen erfolgt über dem Saugkasten i mittelst eines Filzes, welches zwischen den Gautschwalzen h, k ausgespannt ist und zugleich als erster Nassfilz das Papier entwässert der ersten Nasspresse m zuführt. Von dieser wird sodann das Papier auf den zweiten Nassfilz s gelegt durch die zweite Presse n und endlich von hier aus, oft ohne weitere Filzunterstützung und Trocknung, von o geleitet, auf den Haspel r aufgehaspelt, in welchem Falle es sofort nach dem Abhaspeln besonders getrocknet werden muss. An vollkommeneren Maschinen befindet sich aber zwischen Nasspresse n und Haspel ebenfalls ein Trockenapparat, der mit demjenigen der Maschine mit gerader Form vollständig übereinstimmt. — Die Abführung des in die Form tretenden Wassers erfolgt in der Regel auf dieselbe Weise wie bei der Waschtrommel durch Schaufeln oder Heber und im letzten Falle wohl, zur Druckvermehrung mit Anwendung eines langen Abfallrohres.

Wenngleich, wie aus dem Obigen hervorgeht, die Zylindermaschine gegenüber der anderen die Vortheile grosser Einfachheit, sowohl in der

---

1) Polyt. Centr., 1861. S. 455. — Dingler's Journ., Bd. 159. S. 420.

Aufstellung als in der Aufsicht, besitzt, sowie ausserdem an Raum, Betriebskraft und Wasser spart, so steht sie doch derselben in der Sicherheit und Güte der Produktion so sehr nach, dass sie wenig in Aufnahme gekommen ist. Man kann ihr z. B. keine schüttelnde Bewegung ertheilen und daher auch keine ausreichende Verfilzung erzeugen; die Fasern legen sich in mehr der Drehrichtung parallele Lagen, weshalb das Papier in der Längenrichtung eher reisst; eine dünne Papierlage kann kaum ohne abzureissen abgehoben werden, weshalb man sie zur Darstellung dünner Papiere gar nicht anwenden kann, und endlich erfordern die grossen, von den Filzen aufzunehmenden Wasser- und Leimmassen ein häufiges Waschen und Auswechseln derselben. Sie findet Anwendung zur Fabrikation dicker, ungeleimter oder schwach geleimter Papiere: Packpapiere, Pappen, Tapetenpapiere.

Die Leistung der Papiermaschine hängt unter gleichen Umständen allein von der Geschwindigkeit der Form-Bewegung ab. Da diese nun abnehmen muss mit der Dicke des Papiers, so kann man sie erfahrungsmässig bei einer Form von 3 bis 4 m. Länge nach der Formel

$$v = \frac{31}{d} \text{ in Millimeter pro Sekunde}$$

bestimmen, wenn d die Papierdicke in mm. bedeutet, woraus folgt, dass die mittlere Geschwindigkeit von 10 m. pro Minute bei einem Papier von etwa 0,2 mm. Dicke vorhanden ist, während bei $d = 0{,}05$ mm. (Seidenpapier) dieselbe auf 37 m. pro Minute soll erhöht werden können. — Die Geschwindigkeit bestimmt die Länge des Papiers, die bei 10 m. in der Minute pro Tag von 10 Arbeitsstunden sich auf 6000 m. beziffert. — Weil das Gewicht des Papiers mit der Dicke im geraden Verhältniss wächst, so ist es möglich, die Leistung auch in Gewicht anzugeben, um dadurch zugleich dieselbe mit den Leistungen der Holländer, S. 815, und umgekehrt in Einklang zu bringen. Als Durchschnitt ist anzunehmen, dass eine Papiermaschine mit gerader Form liefert in 12 Arbeitsstunden:

310 kg. Postpapier,
500 « Schreibpapier,
500 « Druckpapier,
610 « Packpapier.

Der Kraftbedarf beläuft sich auf 3 bis 4 Pferdestärken.

Drittes Kapitel.

Vollendungs-Arbeiten.

Das durch Handarbeit in Form einzelner Bogen oder auf der Maschine in Form eines endlosen breiten Bandes erzeugte Papier bedarf in den meisten Fällen noch Zwischen- und Nacharbeiten, um die Beschaffenheit zu erhalten, in welcher es als fertiger Gebrauchsartikel verlangt wird. Diese Arbeiten mögen hier im Zusammenhange als Vollendungsarbeiten abgehandelt werden, wenngleich sie nicht alle diesen Namen vollständig rechtfertigen. Sie haben entweder den Zweck, dem Papier nur äussere Eigenschaften als Erkennungszeichen oder zur Verbesserung des Ansehens zu ertheilen, oder sie für bestimmte Zwecke zu präpariren. Zu diesen Arbeiten gehören die Erzeugung der sogenannten Wasserzeichen, das nachträgliche Leimen, die Hervorbringung einer grossen Glätte und eines Glanzes, die Zertheilung in bestimmte Grössen und das Sortiren nach der Güte.

I. **Erzeugung der Wasserzeichen.**

Die Wasserzeichen oder Wassermarken (Marque, Filagramme, Filigrane, *Water mark*) sind Figuren, Zahlen oder Schriften, welche man in dem Papiere bei durchscheinendem Lichte erkennt und die den Zweck haben, den Ursprung des Papiers zu erkennen oder durch Vergleichung mehrerer Papiere ihren gleichen oder ungleichen Ursprung festzustellen. Sie können auf zweierlei Weise hergestellt werden. Nach der einen Methode gewinnt man die Stellen, welche die Figur bilden sollen, durchscheinend, indem man wirklich weniger Papiermasse dahin bringt; nach der anderen, indem man die Figur in das Papier eindrückt. — Bei dem Handpapier wird ausschliesslich wohl die erste Methode angewendet. Sie besteht einfach darin, dass man die zu bildenden Figuren (Wappen, Namen etc.) mit dünnem Messingdraht auf die innere Seite der Form näht, so dass beim Schöpfen des Papiers an diesen Stellen das Papier um die Dicke dieser aufgenähten Drähte dünner und daher durchsichtig wird, was den Vortheil hat, dass die Zeichen unzerstörbar sind. Während ursprünglich diese Zeichen nur den Zweck hatten, eine bestimmte Papiersorte zu charakterisiren (die oft wunderbar klingenden Namen vieler, namentlich französischer Papiersorten stammen von diesen Wasserzeichen), dehnte man später dieselben weiter aus, um das ganze Papier mit Mustern zu versehen, wodurch man namentlich dem Nachahmen der aus solchem Papiere hergestellten Werthpapiere (Banknoten, Geld, Dokumente etc.) Schwierigkeiten bereiten wollte. — Wegen der Unanwendbarkeit der genannten Methode bei der Papiermaschine, weil das Metalltuch durch Aufnähen solcher Figuren zu steif wird, kam man zur Anwendung einer zweiten Methode, nach welcher die Wasserzeichen durch Einpressen in das noch sehr feuchte Papier gebildet werden. Gewöhnlich dient dazu die sogenannte Dandy-Walze oder Musterwalze; das ist eine mit Drahttuch überzogene kleine Walze, auf welche die Zeichen ebenfalls aufgenäht sind. Sie liegt, wie Tafel IV. zeigt, bei D zwischen den Saugwannen oder der Saugwanne und der Gautschwalze L quer über der Form, dreht sich mit dieser in gleicher Richtung und wird mit einem solchen Drucke gegen eine darunter liegende Walze gepresst, dass sich die Figuren scharf in das mit der Form durchgehende Papier abdrücken. Am wenigsten haltbar sind diejenigen Zeichen, welche dem vollkommenen fertigen Papier unter Pressen aufgedrückt werden.

II. **Leimen.**

Während die zur Verarbeitung auf Maschinen bestimmte Papiermasse fast durchgängig schon im Holländer eine Leimung mit Harzleim etc. erhält, wird in der Regel bei der Hand-Papierfabrikation in der Bütte kein Leim zugesetzt, obwohl die Bedingung des Warmhaltens durch die Erwärmung des Zeuges erfüllt ist und die nachträglich nothwendige Arbeit des Leimens erspart werden könnte. Der Grund hiervon liegt zum Theil in dem schnellen Verderben des animalischen Leimes, zum Theil in dem Umstande, dass bei der Büttenleimung leicht ein Beschmutzen der Filze und dadurch des Papiers eintritt und namentlich in dem S. 825 hervorgehobenen Vorzuge der nachträglichen Leimung, die daher mit dem ungeleimten Papier (Papier sans colle), welches nur geringe Verwendung als Lösch- oder Fliesspapier (Papier fluant) und Filtrirpapier findet, vorgenommen werden muss, um dasselbe in geleimtes, oder mit wenig Leim in halbgeleimtes Papier zu verwandeln.

Als Leim verwendet man zum Nachleimen fast ausschliesslich die nach der S. 824 angegebenen Vorschrift bereitete Abkochung von leimgebenden Substanzen animalischen Ursprungs und zwar in einer Stärke, dass für die ganze Leimung die Lösung 8 %, für die Halbleimung 3 bis 5 % trockenen Leim enthält, und mit einem weiteren Zusatz von 2 bis 5 % Alaun, um dadurch ein Koaguliren des Leimes zu bewirken, das den Zweck hat, die Verbindung mit der Pflanzenfaser zu begünstigen und demselben die Eigenschaft zu nehmen, einmal getrocknet in kaltem Wasser wieder zu erweichen.

Obwohl auch zur Leimung im Bogen Maschinen angegeben sind, so erfolgt sie doch viel häufiger durch Handarbeit, zu deren Ausführung man die Leimlösung in den Leimbottich (Mouilloir) bringt, der einen etwa 600 mm. breiten, 1,5 m. langen und 600 bis 900 mm. tiefen Kasten bildet und zum Zwecke der Erwärmung auf durchschnittlich 20° C. am zweckmässigsten mit am Boden liegenden Dampfleitungsröhren versehen ist. In diesen Bottich senkt der Arbeiter, je nach seiner Geschicklichkeit und der Beschaffenheit des Papiers, 100 bis 400 Bogen auf einmal ein und bewegt sie in der Lösung so, dass jeder Bogen gehörig mit Leim getränkt ist, wozu in manchen Fällen nur einige Minuten, mitunter aber 1 bis 2 Stunden erforderlich sind. — Nach dem Vollsaugen muss der überflüssige Leim entfernt werden. Dies geschieht durch Pressen und zwar mit 2000 bis 2500 Bogen auf einmal mit der Rücksicht, dass durch ein langsames Pressen zugleich eine gleichmässige Vertheilung des Leimes erreicht wird. Damit durch das Pressen kein Zusammenkleben der Papierbogen eintritt, sind die letzteren noch in nassem Zustande aus der Presse zu nehmen und sodann durch fortgesetztes Trocknen vom letzten Antheil Wasser zu befreien. Das Trocknen erfolgt auch gewöhnlich auf dieselbe Weise, wie das Trocknen des Handpapiers nach dem Nasspressen, S. 830, und zwar mit der Vorsicht, dass es weder zu schnell noch zu langsam stattfindet, weil im ersten Falle der Leim sich zu sehr nach der Oberfläche drängt und das Papier pergamentartig hart und rauh macht, im zweiten Falle aber in Fäulniss gerathen und dem Papier ein sehr unsauberes gelbliches Ansehen geben kann.

Da die Vorzüge, welche die Nachleimung besitzt, ebensogut für das Maschinenpapier als das Handpapier gelten, so liegt es nahe, auch das erstere nachträglich mit thierischem Leim zu leimen. Diese Nacharbeit kann dann entweder nach dem Zerschneiden des Papiers in Bogen oder vorher, also im endlosen Zustande, erfolgen, in welchem ersteren Falle dieselbe mit der eben beschriebenen durchaus übereinstimmt. — Zum Leimen des endlosen Papiers dahingegen kann man sich jedoch aus denselben Gründen, welche beim Schlichten der Kette, S. 722, und beim Stärken der Leinwand, S. 753, massgebend sind, unter Benutzung aller damit verbundenen Vortheile, eines kontinuirlichen Leimverfahrens bedienen, das durch eine machinale Vorrichtung (Leimmaschine)[1]) zur Ausführung gelangt, welche lediglich nach ähnlichen Grundsätzen konstruirt werden kann wie die Schlicht- oder Stärkemaschine, und dann dem Wesen nach aus einem Leimapparat und einem Trockenapparat zusammengesetzt ist. — Die Leimapparate, welche übrigens die Leimung an beiden Seiten des Papiers auszuführen haben, weichen in Einzelheiten zwar von einander ab; die Grundlagen derselben bilden jedoch Walzen, welche das Papier durch die Leimlösung hindurch führen. Eine Anordnung ist in nach-

1) Polyt. Centr., 1851. S. 1426; 1866. S. 322. — Dingler's Journ., Bd. 105. S. 404; Bd. 180. S. 114.

stehender Fig. 552 sichtbar. Sie besteht aus drei mit Filz überzogenen Walzen 4, welche über einem Trog T liegen und um die sich das über eine grössere Walze w gespannt herumlaufende Papier so bewegt, dass es die erste und dritte unter sich, die mittlere aber über sich lässt. Dabei erfolgt die Leimung auf der oberen Seite durch den schmalen Trog b, aus dessen Boden die durch das Rohr a aus dem Leimbehälter B zufliessende Leimlösung auf das Papier tröpfelt und auf der unteren Seite durch die Leimwalze w, welcher vermittelst einer kleinen Hilfswalze aus dem darunter liegenden, schmalen Trog, der durch das Rohr c aus B gespeist wird, der Leim zugeht. — Der überflüssige, durch die Walzen 4 zugleich ausgepresste Leim wird von dem Trog T aufgefangen, von hier in den Behälter n abgelassen, um von Neuem in das Reservoir B hinaufgeschafft zu werden, das zum Warmhalten mit dem Dampfrohr de versehen ist.

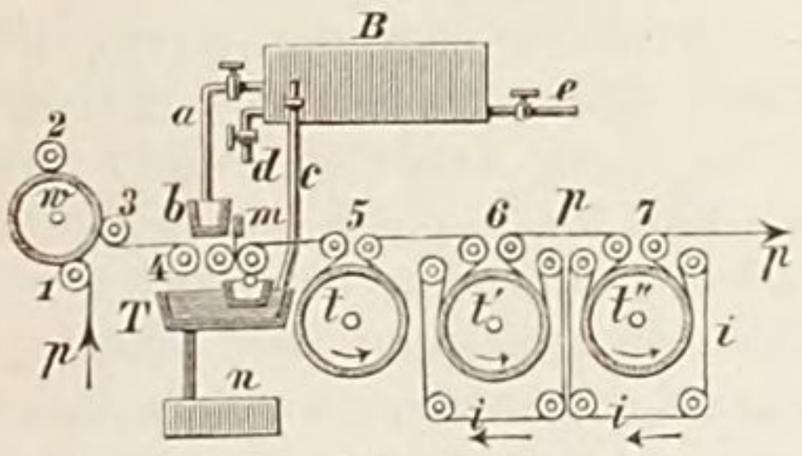


Fig. 552.

Der Trockenapparat wird ausschliesslich nach den S. 844 angeführten Grundsätzen aus Heiztrommeln zusammengesetzt, um welche das Papier, unterstützt von einem endlosen Filztuch, sich herumbewegt, nachdem es oft zum Zwecke des Aufsaugens vorher eine mit Filz überzogene Trommel passirt. — Ein Trockenapparat dieser Art zeigt ebenfalls die Skizze Fig. 552, in welcher bei t die aufsaugende Filztrommel, bei t′ und t″ die Trockentrommeln mit den Filzen i, i und deren Führungen zu erkennen sind.

Eine einfachere Leimmaschine für endloses Papier, die sich namentlich auch dazu eignet, in die Papiermaschine eingefügt zu werden, zeigt Fig. 553. Dieselbe besteht aus dem Trog T, der mit warm gehaltener Leimlösung versehen ist. Durch die sich drehende Tauchwalze a wird das Papier in die Lösung gebracht, um sodann, nachdem es sich vollgesogen hat, um die grössere hölzerne Walze B zum Auspressen unter die, mit Messing bekleidete Druckwalze A zu gelangen, welche nicht nur den Leim ein-, sondern auch den überflüssigen Theil auspresst und zu dem Zwecke mit Schrauben S niedergedrückt wird. Ueber die Leitwalze s läuft das Papier p dann entweder zu einem Trockenapparat, oder sehr gewöhnlich zu einem Querschneider (namentlich wenn die Leimmaschine als besondere Maschine thätig ist), der das noch feuchte Papier bogenweise ablegt, damit es, des sehr vortheilhaften langsamen Trocknens halber, nach Art des Handpapiers auf Gehängen getrocknet wird. — Zum Reinhalten der Walze A ist noch ein Schaber bei r angebracht.

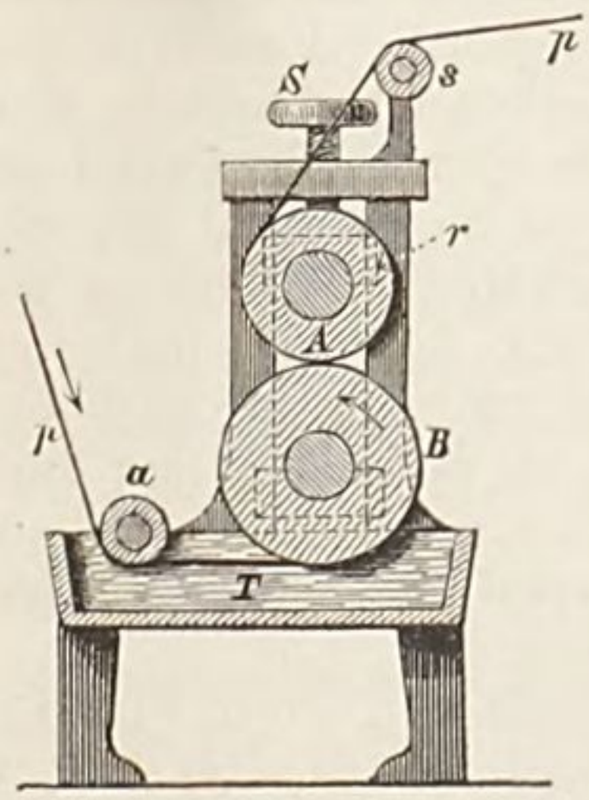


Fig. 553.

III. **Satiniren.**

Es ist bereits oben erwähnt, dass das Papier für verschiedene Zwecke der Verwendung eine möglichst glatte und mitunter sogar glänzende Oberfläche bekommen muss. — Bei einer Vergleichung des Papiers mit einem gestärkten Gewebe, S. 753, ergiebt sich eine solche Uebereinstimmung, dass die dort aufgestellten Bedingungen für das Glätten von Geweben auch

ohne Weiteres für das Glätten des Papiers massgebend erscheinen. Da aus denselben Gründen aber auch die Mittel zur Erzeugung einer Glätte wesentlich mit den daselbst angeführten übereinstimmen müssen, so kann im Allgemeinen auf das dort Gesagte verwiesen werden.

Insbesondere ist hier zunächst nur zu erwähnen, dass der Natur der Sache nach das Glätten (Satiniren, Glacer, Satiner, *Glazing*) mit den getrockneten Bögen der Handfabrikation oder dem endlosen Papier der Papiermaschine vorgenommen werden muss, und dass dasselbe stets die Folge einer mehr oder weniger starken und andauernden Pressung ist. Aus dem Grunde gehört auch bereits hierher die Wirkung des Trockenpressens vermittelst hydraulischer[1]) oder Schraubenpressen, zwischen denen das Papier bogenweise, zweckmässig zwischen Presspänen, S. 755, oft 2 bis 3mal wiederholt, 12 bis 24 Stunden eingepresst bleibt, und das Pressen des endlosen Papiers zwischen den Trockenpressen k und k¹ der Papiermaschine, Taf. IV, indem hierdurch z. B. fast alle Druckpapiere genügend geglättet werden.

Für die Erzeugung einer höheren Glätte und eines seidenartigen Glanzes (daher Satin) ist diese Behandlung nicht ausreichend, sondern vielmehr die Verwendung besonderer Satinirwerke[2]) erforderlich, welche, derselben Aufgabe wegen, nach den Grundsätzen angelegt werden, welche für die Konstruktion der Mangen und Kalander, S. 755, gelten. — Da hier jedoch das mit kontinuirlicher Wirkung arbeitende Walzen-Satinirwerk den Druckpressen und Schlagstampfen gegenüber fast allein in Anwendung steht, so erscheint hier die Betrachtung dieser Walzen-Satinirmaschinen genügend. Dieselben bestehen aus 2 bis 8 übereinander liegenden, starken, glatten Walzen, die durch Schrauben in gehöriger Weise einander nahe gestellt werden, und wovon in der Regel nur eine (bei drei Walzen die mittlere) oder zwei die Bewegung von der Betriebsmaschine erhalten, während die anderen durch Reibung mitgehen. Das dreizylindrische Glättwerk hat dem zweizylindrischen gegenüber den Vortheil, dass man eine zwischen der unteren und mittleren Walze herauskommende Lage sofort zwischen die mittlere und obere bringen und so zweimal gepresst auf die erste Seite schaffen kann. Je nach der verlangten Glätte ist der Durchgang zu wiederholen. Weil diese Wiederholung in einer fünfzylindrischen Maschine noch leichter und schneller von Statten geht, so haben diese besonders grosse Verbreitung gefunden, um so mehr, als nun auch durch Anwendung der Papierwalzen, S. 757, die früher erforderliche Anwendung von glatten Zink-, Messing- oder Kupferplatten, welche mit dem Papier durch die Walzen liefen, erspart werden können.

Ein Satinirwerk für Bogensatinirung mit fünf Zylindern ist in Fig. 554 vor Augen geführt. Von den fünf Walzen A, P, B, P, C sind drei A, B, C aus Hartguss, S. 117, und polirt, die zwei P, P dahingegen aus Papier. Sie liegen sämmtlich mit ihren Zapfen in beweglichen Lagern und erhalten daher durch ein Schraubenpaar s ihre Stellung und Pressung. Das Papier wird bogenweise von dem Tisch t aus durch Menschenhand in die Maschine gebracht und so geführt, dass es ohne weitere Mithilfe viermal die Walzen passirt und endlich in den Auffangtrog E gelangt. Zu diesem Zwecke sind zunächst neben jeder Walze eine Anzahl, 6 bis 12 Bänder a, nebeneinander liegend um Leitwalzen und Spannwalzen geführt, und so ange-

---

1) Hütte, 1862 Taf. 29. — 2) Hütte, 1863. Taf. 21. — Publ. ind., V. 5. S. 235; V. 10. S. 213; V. 11. S. 178. — Prakt. Masch.-Constr., 1869. S. 355. — Polyt. Centr., 1853. S. 1412; 1857. S. 857, 1627; 1860. S. 1027, 1270, 1653. — Dingler's Journ., Bd. 147. S. 16; Bd. 157. S. 430.

bracht, dass sie die Presswalzen um etwa 120° umfassen, mit diesen mitlaufen, den aufgegebenen Papierbogen dadurch an- und zwischen die Walzen führen, indem sie denselben zugleich beim Austritt auffangen; deshalb ist auch ihre Lage verschieden: abwechselnd links und rechts. Unterstützt und gesichert wird die Uebergabe eines Bogens, von einem Walzenpaar zum andern, noch durch Finger aus 1,5 m. dicken und 20 mm. breiten Stahlstreifen, welche durch die birnförmigen Gewichte gegen die Walzen angelehnt werden. Vor dem letzten Paar P, C wird der Papierbogen von zwei bei D sichtbaren endlosen Tüchern gefasst und durch deren Bewegung in E abgelegt.

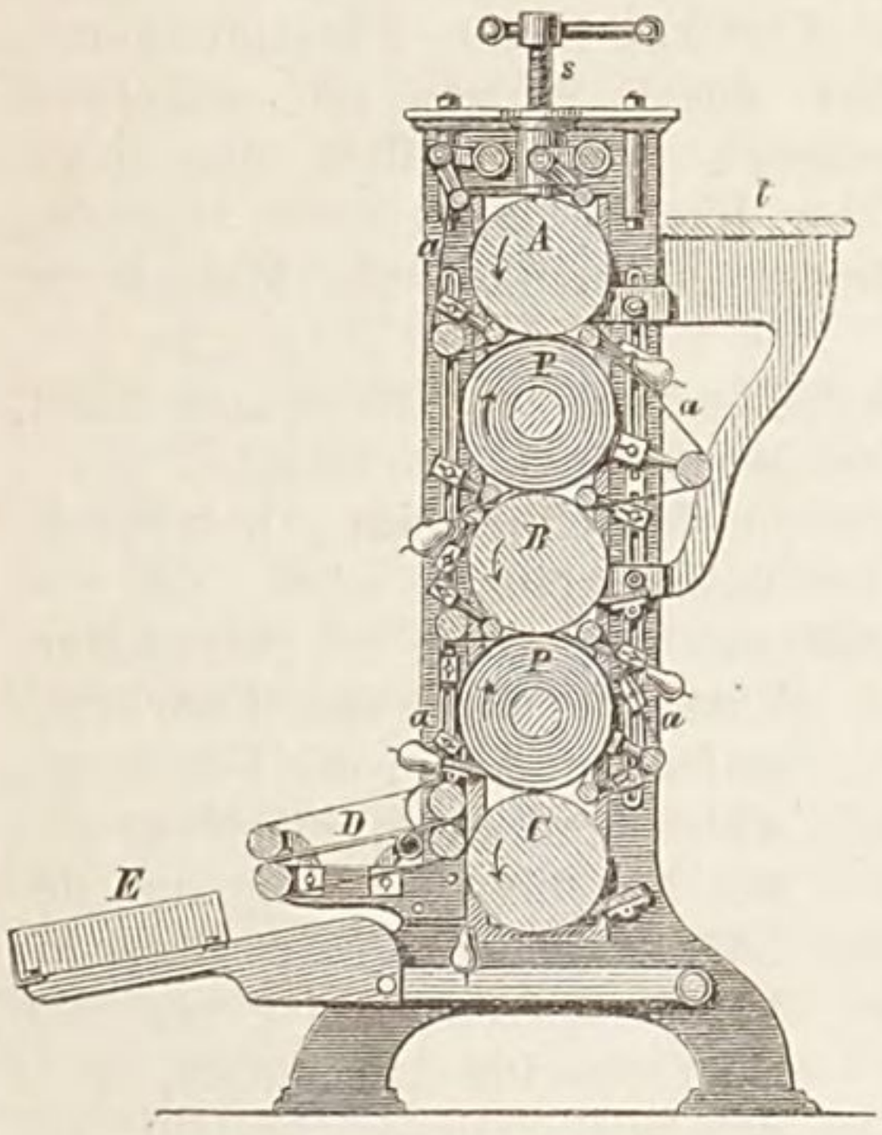


Fig. 554.

Zum Satiniren des endlosen Papiers verwendet man entweder dieselben Maschinen, oft übrigens mit 8 Walzen, wovon zwei aus Papier, oder einfachere, nur aus Walzen bestehende, ohne Führungsbänder. Diese haben dann sehr grosse Aehnlichkeit mit den Walzenkalandern, S. 757.

Abänderungen von den angegebenen Satinirvorrichtungen sind noch mancherlei vorhanden. — Bei dreizylindrischen Glättwerken giebt man z. B. wohl dem mittleren Zylinder eine grössere Geschwindigkeit als den beiden anderen, wodurch die S. 758 erwähnte Wirkung des Abschleifens eintritt; dann sind aber zwei Maschinen erforderlich, wenn beide Papierseiten geglättet werden sollen. — Auch hat man rasch sich drehende fein polirte Marmorwalzen, über welche das Papier weggezogen wird, angewendet. — Da Erhöhungen auf den Walzen sich dem Papier eindrücken, so benutzt man auch die Satinirmaschinen zur Hervorbringung von Linien etc., indem man das Papier mit Presspänen durchlaufen lässt, die an der Oberfläche solche Erhöhungen tragen: Linien durch aufgespannte Zwirnsfäden, Figuren durch ausgeschnittene und aufgeklebte Papierstücke etc.

IV. **Zerschneiden.**

Von der Nacharbeit des Zerschneidens (Couper, *Cutting*) kann selbstverständlich nur bei dem endlosen Papier die Rede sein, indem das Handpapier schon beim Schöpfen durch Anwendung passender Formen in den verschiedenen Grössen hergestellt wird. Es muss ferner regelmässig in der Längenrichtung zum Zertheilen des breiten endlosen Papiers und in der Querrichtung zum Zertheilen der, durch das Langschneiden entstandenen, endlosen Streifen erfolgen. Wegen der ununterbrochenen Wirkung stehen zur ersten Arbeit ausschliesslich Langschneidemaschinen[1]) (Coupeuse, Maschine à couper. *Paper cutting machine*) in Gebrauch, welche auf dem Prinzip der Kreisscheren, S. 222, beruhen und sehr häufig einen Theil der Papiermaschine bilden. Sie bestehen aus zwei horizontal liegenden, mit scharfen Schneidscheiben s_1 s_2 Taf. IV versehenen Wellen, welche sich dem

1) Hütte, 1857. Taf. 5a und b. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1871. S. 32, 432. — Publ. ind., V. 4. S. 405. — Polyt. Centr., 1851. S. 349; 1869. S. 233. — Dingler's Journ., Bd. 118. S. 86; Bd. 124. S. 262; Bd. 196. S. 188; Bd. 205. S. 498.

von k_1 kommenden, durch Leitwalzen geführten Papier schnell drehend entgegen bewegen und dasselbe je nach ihrer Zahl und Entfernung in verschieden breite Streifen zerlegen, die sodann aufgehaspelt werden.

Zum Querschneiden sind Querschneidmaschinen gebräuchlich, welche entweder auf dem Prinzip der Vertikal- oder Parallelscheren, S. 224, beruhen, denen die Papierstreifen durch Walzen etc. zugeführt werden, oder sie bestehen, den Schermaschinen S. 745 ähnlich, aus einem fest liegenden und einem zweiten sich im Kreise dagegen bewegenden Messer, das wie die Federn der Scherzylinder gegen das feste Messer zur Wirkung gelangt.

Findet das Zerschneiden nicht auf der Maschine sondern später Statt, so werden Lang- und Querschneidmaschine zweckmässig vereinigt.

Eine vereinigte Lang- und Querschneide-Maschine mit Ablege-Vorrichtung ist in Fig. 555 skizzirt. Das endlose Papier p wird von dem Walzenpaar d in die Maschine hineingezogen und zwar in gespanntem Zustande unter der Führungswalze a und über die Führungswalze b zu den Kreismessern c, welche die Theilung in der Länge vornehmen, so dass das Papier streifenweise in den Querschneide-Apparat e, m, f gelangt. Dieser besteht zunächst aus einem linealartigen Messer e, welches fest an dem Gestell sitzt, und dem beweglichen Messer m, welches dann zur Wirkung gelangt, wenn durch die Walzen d eine bestimmte Papierlänge vorgezogen und vor e hinunter geschoben ist. Zu dem Zwecke ist das aus einer Stahlschiene hergestellte Messer m zwischen zwei Scheiben f radial eingespannt, die gemeinschaftlich auf einer Welle o befestigt sind und sich damit in der Pfeilrichtung mit solcher Geschwindigkeit drehen, dass m zur richtigen Zeit gegen e tritt und das herunterhängende Papierstück abschneidet. Um dabei das senkrechte Herunterfallen dieser Abschnitte (Bogen) zu vermeiden, sind zwischen den Scheiben f noch drei Stäbe i aus Holz oder Messing angebracht, welche das Papier zugleich dem aus Gurten gebildeten Abführtuch g zutragen, das von den Walzen s, s_1 gespannt und bewegt, die Bogen aus der Maschine liefern, wo sie dann von einem Arbeiter aufgefangen und bei B auf dem Tisch T aufgeschichtet werden. — Da wegen der ununterbrochenen Zuführung des Papiers der Schnitt schräg ausfallen würde, so sind die Messer e und m so zu stellen, dass ihre Schneiden an einem Ende um eine Länge tiefer liegen, welche gleich ist dem Vorschub während des Schnittes. — Weil ferner die Länge des Bogens von der Drehgeschwindigkeit der Welle o abhängt, so ist diese für kleine Bogen grösser, für grössere kleiner zu machen, was entweder durch Wechselräder oder zweckmässiger durch Riemenkegel veranlasst wird.

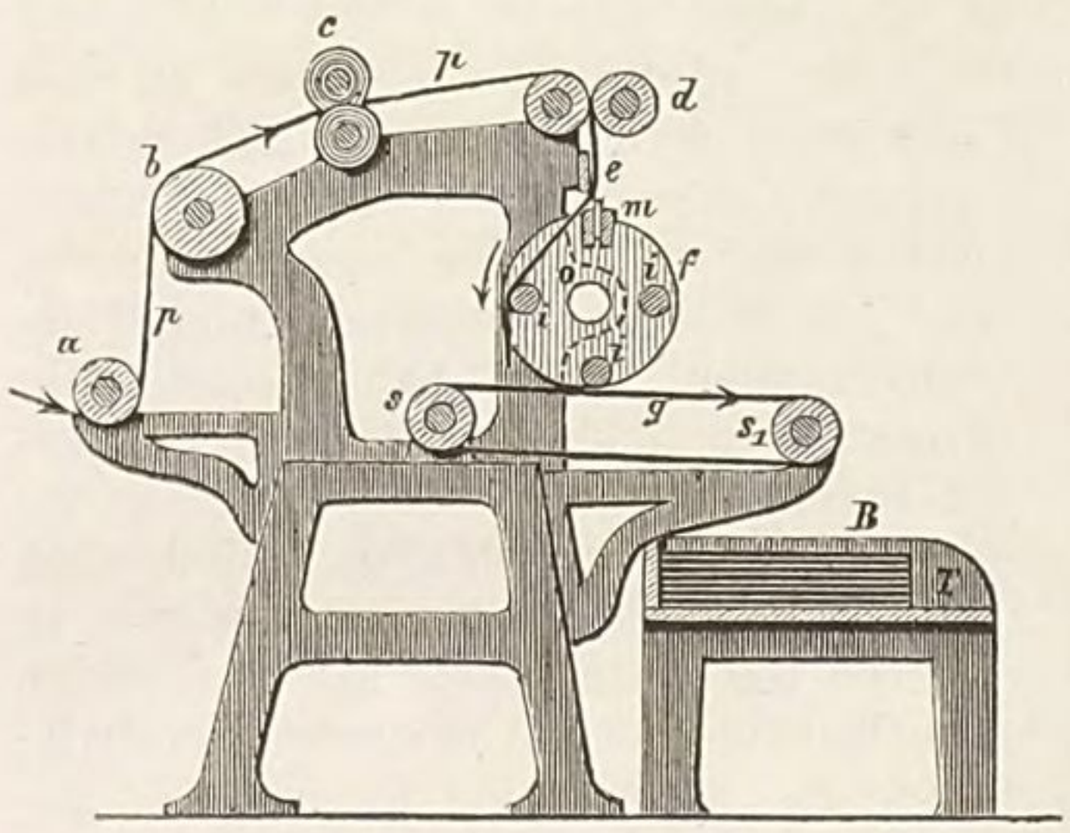


Fig. 555.

V. Sortiren, Falten, Zählen.

Die Arbeit des Sortirens umfasst verschiedene Manipulationen, welche in der Regel vor dem Satiniren, auch während desselben, vorgenommen

werden. Man beginnt, wenn in Bogen geleimtes Papier vorliegt, mit dem Abtrennen der einzelnen, beim Trocknen etwas zusammengeklebten Bogen (das Schälen). Hierauf folgt das Putzen (Auslesen, Lesen), welches in der Beseitigung aller in dem Papier sich befindenden oder demselben anhängenden fremden Theile, sowie in dem Ausschiessen ganz fehlerhafter Bogen besteht, weshalb das Putzen bei ordinärem Papier (Packpapier, Löschpapier etc.) wegfällt. Es geschieht mit Hülfe eines einfachen messerartigen Werkzeuges (Grattoir) und Radirgummi und wird von Arbeiterinnen mit jedem einzelnen Bogen vorgenommen. Je nach der Papiersorte wird mehr oder weniger Sorgfalt auf das Putzen etc. verwendet, so dass eine Arbeiterin täglich 2000 bis 4000 Bogen putzen kann. Bei feineren Sorten trennt man wohl das Papier in fehlerfreies, in Retiré (mit geringen Fehlern versehenes) und in Ausschuss.

Die letzte Arbeit umfasst das Zusammenfalten, das Zählen und das Beschneiden im Ries. Das Zusammenfalten geschieht bekanntlich durch die Mitte des Bogens. Beim Zählen legt man die Bogen in Abtheilungen von gewöhnlich sechs Bogen zu einem Buch von 24 Bogen Schreibpapier und 25 Bogen Druckpapier, 20 Buch zu einem Ries, 10 Ries zu einem Ballen zusammen.

Nach Einführung des Mass-Dezimal-Systems ist neuerdings folgende Eintheilung[1]) vorgenommen:

1 Ballen hat 10 Ries.
1 Ries hat 10 Buch.
1 Buch hat 10 Lagen.
1 Lage hat 10 Bogen.

1 Ballen = 10 Ries = 100 Buch = 1000 Lagen = 10000 Bogen.

Dabei wird das Papier nach dem Zusammenlegen zu einem Ries an der Längskante noch riesweise in einer Guillotine-Schere (Beschneidmaschine,[2]) Rogneuse, Machine à rogner, *Cutting machine*) beschnitten um die Vorsprünge zu beseitigen, die sich bei den in der Mitte liegenden Bogen jeder Abtheilung wegen der gleichen Bogengrösse, nach dem Zusammenlegen bilden.

VI. Sorten und Formate des Papiers.

Im Laufe der Zeit haben sich, theils aus Bedürfniss oder Zweckmässigkeit, theils aus Willkür, eine Menge verschiedener Sorten und Formate des Papiers gebildet und durch Gewohnheit erhalten, welche von den Fabrikanten angefertigt werden müssen und namentlich in Betreff der Formate bestimmend für die Grösse der Handpapierformen und die Breite des Metalltuches der Maschine sind, weshalb bei letzterer die Deckelriemen verstellbar eingerichtet werden. Man kann dabei die Papiergattungen selbst in Hauptklassen und Unterabtheilungen getheilt bringen, die nach Format, Dicke und Güte des Papiers gebildet, eine Uebersicht über die sehr zahlreichen Papiersorten gewähren. Es folge daher hier zum näheren Verständniss eine allgemeine Uebersicht über die gebräuchlichen Gattungen, wobei in Rücksicht auf ihre Herstellung auf die Mischungstabelle (S. 821) zu verweisen ist.

A. Sorten.

1) Lösch-, Schrenz- und Packpapiere.
   a. Löschpapier, Fliesspapier. Ungeleimt.

---

1) Dingler's Journ., Bd. 216. S. 371, 541. — 2) Hütte, 1860. Taf. 28. — Publ. ind., V. 9. S. 332. — Polyt. Centr., 1855. S. 459; 1859. 847. — Dingler's Journ., Bd. 101. S. 90; Bd. 124. S. 15; Bd. 132. S. 416; Bd. 142. S. 93; Bd. 197. S. 8.

α. Graues.
β. Rothes, mit Zusatz rother Lumpen.

b. Schrenzpapier. Eigentliches Packpapier in kleinerem Format und dünn.

c. Packpapier. Geleimt oder halbgeleimt.
α. Rothes. Aus rothen Lumpen.
β. Braunes. Aus alten Stricken, Werg etc.
γ. Gelbes. Aus Stroh mit Lumpenzusatz.
δ. Blaues. Entweder aus blauen Lumpen, oder mit Blauholz gefärbt, wozu gehören: Nadelpapier. (Zum Verpacken der Nähnadeln.) Zuckerpapier. (Zum Verpacken des Zuckers.) Leinwandpapier. (Zum Verpacken der Leinwand.)

2) Druckpapiere (ungeleimt oder halbgeleimt, weiss).
a. Eigentliches Druckpapier (für Buchdrucker).
α. Konzeptdruck. Die schlechteste Sorte.
β. Kanzleidruck. Mittelsorte.
γ. Postdruck. Feinere Sorte. Gerippt.
δ. Velindruckpapier. In verschiedener Feinheit. Hierzu gehört das weisse Filtrirpapier (ungeleimt).
b. Notendruckpapier. Besonders dick.
c. Kupferdruckpapier. Dick, Velin, ungeleimt.
d. Gold- oder Seidenpapier. In verschiedener Feinheit, sehr dünn, zum Einwickeln zarter Gegenstände, zum Einlegen zwischen Kupferstiche etc.

3) Schreib- und Zeichenpapiere (geleimte weisse Papiere).
a. Schreibpapier. Gerippt und Velin.
α. Konzeptpapier. Die geringste Gattung.
β. Kanzleipapier. (Mittelfeines und feines).
γ. Postpapier. (Feines und allerfeinstes). Davon namentlich Briefpapiere.
δ. Velinschreibpapier. Die feineren Sorten, davon Postvelin- oder Velinpostpapier, die ordinären Sorten: Velinkonzept.
b. Notenpapier. Dick.
c. Zeichenpapier. Velin. Nicht gebläut.
d. Tapetenpapier.

Vorstehende Klassifikation ist der Handfabrikation entnommen; die darin vertretenen Papiersorten werden übrigens auch sämmtlich auf der Maschine erzeugt und bekommen mit wenigen Ausnahmen ihre Benennungen nach derselben Weise.

B. Formate.

Die genannten Papiergattungen enthalten im Bogen verschiedene Grösse, wodurch die Formate entstehen, für welche gewisse allgemein gebräuchliche Namen eingeführt sind. In Deutschland unterscheidet man hauptsächlich folgende:

	Millimeter	
	breit.	hoch.
Gross Elephant	1028	675
Klein Elephant	900	633
Colombier	821	590
Imperial	766	554
Gross Regal (Gross Royal) . . .	736	529
Super Regal	688	487

	Millimeter breit.	hoch.
Mittel Regal	657	498
Klein Regal (Regal Royal)	621	487
Lexikonformat (Emoisin)	590	462
Gross Median	578	444
Mittel Median	542	444
Schmal Median	529	420
Klein Median (Register)	511	402
Schmal Register	487	396
Mittel Register	475	383
Propatria (Dikasterial)	450	471
Klein Format bis	402	320
	432	371
Pandekten	371	268

Neuerdings ist man jedoch bestrebt, die grosse Zahl der oft willkürlichen Abmessungen zu verkleinern und hat folgende zehn Normalformate vorgeschlagen:[1])

Nr.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Höhe	34	36	37	40	42	46	48	50	54	57	cm.
Breite	42	45	48	50	52	59	62	70	76	78	cm.

Eine genaue Uebereinstimmung der deutschen Formate mit den französischen und englischen findet nicht Statt. Nachstehend sind den vorzüglichsten deutschen Formaten diejenigen der beiden anderen Länder beigesetzt, welche ihnen am nächsten kommen:

Gross Elephant	Grand Aigle	*Double Elephant.*
Klein Elephant	Petit Aigle	*Atlas.*
Colombier	Soleil	*Colombier.*
Imperial	Grand Jésus	*Imperial.*
Gross Regal		
Klein Regal	Grand Raisin	*Royal.*
Gross Median	Coquille	*Medium.*
Klein Median	Ecu	*Demy.*
Propatria	Couronne	*Foolstap.*

VII. **Fabrikation der Pappe.**

Die verhältnissmässig dicken Platten oder Blätter aus Papiermasse, welche man mit dem Namen Pappe oder Pappdeckel (Carton, *Board*) belegt, können auf drei verschiedenen Wegen erhalten werden, entweder durch Schöpfen so dicker Bogen, dass diese ohne Weiteres nach dem Entfernen des Wassers die Pappen sowohl in der Dicke als in der Grösse liefern, oder durch Schöpfen dünner Blätter, die nachher durch das Gautschen zu dicken Papierbögen vereinigt werden, oder durch Aufeinanderkleben einzelner fertiger Papierbogen vermittelst Leim oder Kleister, wonach denn auch zu unterscheiden sind: 1) geschöpfte Pappe, 2) gegautschte Pappe, 3) geleimte Pappe.

Die geschöpfte Pappe wird entweder wie das Handpapier in (gerippten) Formen von der Grösse der Papierbogen oder auch auf Maschinen hergestellt. Nach der ersten Methode ist es schwierig, ein gutes, festes und

---

1) Polyt. Centr., 1875. S. 970, 1035. — Deutsch. Ind.-Zeit., 1875. S. 157. — Dingler's Journ., Bd. 216. S. 371, 541.

hartes Produkt zu erzeugen, weil das Schöpfen zur Aufnahme der gehörigen Zeugmenge in grossen Formen mit hohen Deckeln geschieht, und in Folge dessen vor Allem die Schwierigkeit eintritt, dass sich die Masse zur Erzielung einer gleichen Dicke an allen Stellen gleichförmig vertheilt und dass das Wasser gleichmässig abläuft. Die ungleichmässig vertheilte Masse aber hat eine unebene Fläche, die sich nicht glätten lässt, zur Folge, die Entziehung des Wassers kann durch das dem Schöpfen folgende Pressen nur unvollständig erreicht werden, so dass ein anhaltendes Nachtrocknen durch Aufhängen erfordert wird, ohne jedoch dem Fabrikate die vom Gautschen herrührende schwammige, weiche Beschaffenheit zu nehmen. — Man hat zwar verschiedene Kunstgriffe angewendet, um dem Uebel des Austrocknens abzuhelfen, wie z. B., dass man vor dem Gautschen die Masse aus der Schöpfform in eine andere umstürzt und mit dieser gelinde presst; auch statt der Presse gewöhnlicher Art ein Walzwerk eingeführt, durch das die Bogen, zwischen Filztüchern liegend, laufen. Immerhin aber ist damit der Hauptfehler, ungleiche Dicke, nicht beseitigt, weshalb man auf solche Weise nur die ordinärste Sorte Pappe erzeugt, und demgemäss zur geschöpften Pappe auch die schlechtesten Materialien: wollene, grobe baumwollene, sonst nicht zu verwendende leinene Lumpen, Papierabfälle aller Art, Makulatur, alte Pappe, Holzstoff u. s. w. verwendet und in den Vorarbeiten viel weniger sorgfältig behandelt, sie namentlich viel weniger fein mahlt, das Letztere auch deshalb, um die Fasern wegen der grösser bleibenden Festigkeit möglichst lang zu erhalten.

Die Maschinen [1]) zur Anfertigung geschöpfter Pappen ahmen entweder die Handoperationen nach oder sie beruhen auf dem Prinzipe der Papiermaschine, namentlich der Zylindermaschine. Eine Maschine ersterer Art kann auf folgende Weise angeordnet sein. Ein runder ringförmiger, aus starken Holzstücken erbauter Tisch dient zur Aufnahme einer Anzahl, z. B. 16, neben einander zu stellender Papierformen, welche mit dem sich um eine vertikale Achse drehenden Tische von der Stelle beweglich sind. An irgend einer Seite des Tisches befindet sich über demselben ein Hahn, der mit der Bütte in Verbindung steht. Indem man nun durch Drehung des Tisches die Formen nach und nach unter den Hahn bringt und diesen über jeder Form öffnet, kann man das Zeug auf eine bequeme Weise in die Form bringen und durch entsprechende Schliessung des Hahns reguliren. Nach der Füllung sämmtlicher Formen hat sich der Tisch einmal gedreht, die erste Form ist wieder nach der ursprünglichen Stelle gelangt und auf diesem Wege von einer bedeutenden Wassermenge befreit, so dass sie abgenommen und zum Gautschen vorbereitet wird durch ein gelindes Auspressen, welches auf dem Tische selbst in der Weise geschieht, dass man den Deckel abnimmt, eine andere leere Form umgestürzt auf den noch sehr weichen Papierbogen legt und diesen beschwert, oder indem man unter dem Tische eine Saugvorrichtung, welche der der Papiermaschine ähnlich ist, anbringt. Das Beschweren der aufgelegten Form geschieht entweder durch Gewichte oder durch einen Eimer, welchen man darauf setzt und aus einem Wasserbehälter mit Wasser füllt. Im letzteren Falle wird durch die allmähliche Druckzunahme die Wirkung vortheilhafter hervorgebracht.

Handelt es sich um Herstellung grosser aber nicht sehr (bis 2 mm.) dicker Pappen, wie sie z. B. mit Theer getränkt als Dachdeckungsmaterial Verwendung finden, so eignet sich zur Anfertigung dieser am besten eine

---

1) Prakt. Masch.-Constr., 1870. S. 161.

Zylindermaschine von sehr einfacher Einrichtung, nämlich nur aus einer Bütte, welche durch ein Schöpfrad gespeist wird, einem mit grobem Drahtgewebe überzogenen Zylinder, einer Gautschwalze, welche auf dem Zylinder liegt, einer Presswalze, welcher die gegautschte Pappe durch ein Filztuch ohne Ende zugeführt wird und einer Aufwickelwalze bestehend.

Die gegautschte Pappe kann auf zweierlei Weise hergestellt werden. Nach der einen gautscht man einen geschöpften Bogen von gewöhnlicher Papierdicke auf einem Filz und legt auf diesen so viel eben solcher Bogen als die Pappendicke verlangt (2 bis 12) und dann hierauf erst wieder einen Filz. Nach der zweiten Art wird das Zusammengautschen der einzelnen Blätter in der Form vorgenommen, indem der Gautscher eine mit einem geschöpften Bogen gefüllte Form auf eine ihm vom Schöpfer dargehaltene zweite Form stürzt und durch einen entsprechenden Druck beide Bogen so in Berührung bringt, dass sie zusammengegautscht auf der zweiten Form liegen bleiben, worauf die leer gewordene erste von dem Schöpfer, die gefüllte zweite von dem Gautscher zur Wiederholung desselben Vorganges hingenommen werden, bis die erwünschte Bogenzahl in einer Form zusammenliegen. Hierauf werden sie als ein Bogen auf einem Filz gegautscht und auf beschriebene Weise weiter behandelt. Die letzte Methode ist die vorzüglichere, weil bei dem jedesmaligen Umkehren der Formen das zuletzt geschöpfte Blatt unten zu liegen kommt und durch den Druck von oben so leichter das Wasser verliert, wie überhaupt hierbei die ganze Masse mit weniger Wasser auf den Filz gelangt. — Es liegt in dem ganzen Verfahren, dass die gegautschten Pappen frei von den Fehlern der geschöpften sind, indem die Unregelmässigkeiten der geschöpften einzelnen Bogen in solcher Dünne beim Gautschen zu Pappen sich wohl vollkommen ausgleichen und diese sich viel leichter zu einem harten, nicht schwammigen, glatten Fabrikate gestalten. Daher befolgt man diese Methode der Erzeugung von Pappe auch immer, wenn es auf die Gewinnung guter und schöner Produkte ankommt und verwendet demnach zu dieser auch besseres Material, das man denn auch einer sorgfältigeren Behandlung unterwirft. Als Material nimmt man der Festigkeit wegen gern langfaseriges (wodurch Papierabfälle, Pappstücke u. s. w. ausgeschlossen werden) namentlich hanfne Stricke, Tauabfälle, Werg, grobe leinene Lumpen, zu dem man Zusätze von Holzstoff, Strohstoff u. dgl. macht, und zur Zerfaserung und Verfeinerung, so weit diese nöthig ist, das Stampfgeschirr. Wenngleich die Lumpen u. s. w. in der Regel auch zu diesen Pappen nicht gebleicht, sondern nur nach Farben sortirt werden, weil man noch gewöhnlich Farbenzusätze macht, um die Masse roth, blau, grau, gelb u. s. w. zu färben, so werden doch auch weisse Pappen auf diese Weise aus gebleichtem Zeug hergestellt.

Eine besondere Art der gegautschten Pappen sind die Presspäne, Tuchpresspäne, Glanzpappe zum Tuchpressen, zum Satiniren des Papiers, zu den Weberkarten der Jacquardmaschine u. s. w., S. 692, 755. Sie zeichnet sich aus durch besondere Feinheit, Glätte, Härte, Glanz und Dichtigkeit, die man einmal durch richtige Auswahl des Materials, dann durch aufmerksame Behandlung desselben in der Leimung (gewöhnlich in der Bütte), öfteres scharfes Pressen und Glätten auf der Glättmaschine erzielt. Um unbeschadet der Güte an Arbeit und besserem Material zu sparen, legt man wohl ins Innere der Pappe beim Gautschen einige Bogen aus langfaserigem, gröberem Material und die feineren mehr glätte- und glanzfähigen nach aussen.

Dass man bei der Fabrikation der Pappen überhaupt, also auch der gegautschten, dieselben Zusätze (Thonerde, Kreide, Gips u. s. w.) macht, wie bei den anderen Papieren, bedarf keiner weiteren Erwähnung.

Die Fabrikation gegautschter Pappen auf Maschinen beschränkt sich bei Maschinen mit endlosem Tuche auf die Herstellung sogenannter Doppelpapiere. — Bei der Zylindermaschine lässt man wohl indessen das abgehobene endlose Papierblatt in noch nassem Zustande mit Hilfe eines Filztuches sich auf eine Walze in so viel Lagen aufwickeln, als die Pappdicke erheischt. Diese Umwicklung wird dann der Länge nach aufgeschnitten, abgenommen und durch Pressen, Trocknen u. s. w. vollendet. — Versieht man das Drahtgewebe des Zylinders mit dickeren Längen- und Querstreifen, so kann man damit ohne Weiteres Pappen von bestimmten Dimensionen erhalten, indem diese Erhöhung die Masse fensterartig ausschneidet.

Die geleimte Pappe wird durch Zusammenkleben einzelner ganz fertiger Papierbogen vermittelst Stärkekleister, dem man etwas Leim zugesetzt, oder, wenn auch seltener, vermittelst Leimlösung hergestellt und dabei das Auftragen des Klebemittels durch Bürsten aus freier Hand oder selbst durch Maschinen verrichtet. Da diese Art der Pappenfabrikation die theuerste ist, so werden nur die feinsten Sorten dadurch hergestellt, namentlich also Spielkartenpappen, aus weissem, feinem Papier (daher man die geleimte Pappe auch wohl Kartenpapier, Kartenpappe nennt), ferner Pressspäne, sowie auch das sogenannte Bristol- oder Isabeypapier zur Aquarellmalerei und zum Kreidezeichnen.

Dritter Abschnitt.

Fabrikation besonderer Papierarten.

Die eigenthümliche Beschaffenheit des Papiers, welche besonders durch seine grosse Flächenausdehnung bei geringer Dicke, bedeutender Biegsamkeit und dennoch grosser Festigkeit, durch ausserordentliche Homogenität, durch die Eigenschaft der Fasern, unter Umständen gewisse Aenderungen zu erleiden etc., ausgeprägt wird, macht das Papier für zahlreiche bekannte Verwendungen geschickt und daher zu einem wichtigen Material für eine ganze Reihe von Papierarten, welche zum Theil durch Abweichungen von der oben erläuterten Darstellungsmethode, zum Theil durch eine nachträgliche Behandlung dargestellt werden und hier noch einer Besprechung bedürfen. — Es gehören hierher:

1) die durch und durch gefärbten Papiere,
2) die nachträglich mit Farben überzogenen Papiere (Buntpapiere),
3) die nachträglich durch besondere Ueberzüge, Tränkungen, chemische Behandlung etc. für bestimmte Gebrauchszwecke bereiteten Papiere.

Erstes Kapitel.

Fabrikation gefärbter Papiere.[1])

Da der Charakter der gefärbten Papiere (Papier coloré) in der Durchtränkung der ganzen Masse mit farbigen Stoffen besteht, so kann

1) E. Hoyer, Papierfärberei in Musprat's Chemie, 2. Aufl. Bd. 4. S. 591. — L. Piette, Traité de la coloration des pâtes à papier précédé d'un aperçu sur l'état actuel de la fabrication du papier et contenant un assortiment d'échantillons de papiers colorés. Paris 1862. — L. Piette, Essais sur la coloration des pâtes à papier. — Wieck's Gew.-Zeit., 1870. S. 194.

die Herstellung derselben entweder durch nachträgliche Behandlung des Papiers mit Farben (Färben im Blatt) oder durch Einmischung der letzteren in das Zeug (Färben im Zeug) stattfinden. — Wegen der geringeren Umständlichkeit des Verfahrens und der grösseren Sicherheit des Erfolges bildet die letzte Methode die Regel, weshalb sie hier zuerst und ausführlicher erörtert werden soll.

I. Im Zeuge gefärbte Papiere.

Abgesehen von der Anwendung gefärbter Lumpen zu farbigem Papier, welche in geringer Ausdehnung stattfindet und nur wenig Abweichungen von der gewöhnlichen Papier-Erzeugung darbietet — da es sich nur um die Erhaltung der Farben der hiernach sortirten Lumpen handelt — besteht die Herstellung der im Zeuge gefärbten Papiere, welche oft den Namen naturfarbige oder Naturpapiere von den aus farbigen Lumpen hergestellten so benannten Papieren erhalten haben, wesentlich darin, dem Papierzeuge in der Bütte oder im Holländer Farben zuzusetzen.

Es kommt in der Papierfärberei, wie in der Zeugfärberei, deshalb auf zweierlei an:

1) auf die Herstellung und Zubereitung der Farben,
2) auf die Einmischung und Befestigung der Farben an die Fasern.

A. Von den Farben.

Je nach der Methode der Fixirung unterscheidet man in der Zeugfärberei sieben verschiedene Gattungen von Farben: Reaktionsfarben, Küpenfarben, Substantive Farben, Adjektive Farben, Präzipitationsfarben, Dampffarben, Klotzfarben, deren Kenntniss für die Papierfärberei deshalb wichtig ist, weil die letztere in ihrem Wesen grosse Aehnlichkeit mit der Zeugfärberei besitzt, ohne übrigens für die Ausnutzung sämmtlicher Färbereimethoden geeignet zu sein, wie folgende Betrachtung ergeben wird.

Die Reaktionsfarben, wobei die Farbe durch Einwirkung eines chemischen Agens auf die Fasern entsteht, haben für die Papierfärberei deshalb keine Bedeutung, weil sie nur auf animalischen Stoffen zu erzeugen sind.

Bei den Präzipitationsfarben wird die Färbung dadurch erzeugt, dass man das Zeug mit einer Flüssigkeit tränkt und dann eine andere Flüssigkeit darauf einwirken lässt, die mit der ersteren den Farbstoff bildet, welcher sich durch dieses Zusammentreten in dem Zeuge gleichmässig vertheilt. So giebt z. B. eine Tränkung mit Bleizuckerlösung und eine nachherige Zuführung von chromsaurem Kali eine Fällung von chromsaurem Bleioxyd, welches also gelb färbt. Diese Methode ist für den vorliegenden Fall deshalb unanwendbar, weil sie in dieser Form zwei auf einander folgende Operationen mit fertigem Papier verlangt.

Die Dampf- und Klotzfarben bezwecken die Farbenbefestigung vermittelst mechanisch wirkender Mittel (Eiweiss, Kaseïn u. s. w.) und dienen nur bei der Zeugdruckerei zum Färben einzelner Partien oder des Grundes. Dass sie wegen der leichten Beschmutzung der Filze u. s. w. bei der Papierfärberei nicht passend sind, bedarf wohl nur der Andeutung.

Das Färben mit adjektiven Farben bildet in der Zeugfärberei das Hauptverfahren. Bei ihnen wird nicht allein, wie bei der Präzipitationsmethode, der Farbstoff erst auf den Fasern gebildet, sondern die Fasern selbst werden in chemische Mitleidenschaft gezogen, d. h. durch vorher-

gehendes Beizen so vorbereitet, dass sie in der That eine Affinitätsverbindung mit der Beize eingehen und durch Austauschung die Farbstoffe unzerstörbar festhalten. — Die Anwendung der adjektiven Farben erfordert also eine Vorbereitung der Fasern durch Beizmittel, unterstützt von Wärme, darauf eine Entfernung der Beizmittel durch Waschen, dann Trocknen des Stoffes und endlich die Behandlung in Farbstofflösungen; dabei können die Mengenverhältnisse von Beizen und Farblösungen nicht genau bestimmt werden, weshalb nur die Konzentration der agirenden Stoffe und die Dauer ihrer Einwirkung die Farbennüanze bedingen. Bei der Papierfärberei ist das Anbeizen der Fasern schon an und für sich schwer möglich, namentlich wenn sie schon mit Leim überzogen sind; ein Auswaschen und Trocknen aber gar nicht zulässlich und Wärme in erforderlichem Grade nicht anzuwenden. Es müssen vielmehr alle Operationen in nassem Zustande der Farben und des Papierzeuges, ohne Wärme, mit Zugrundlegung bestimmter Gewichtsverhältnisse und dann in unmittelbarer Folge und in einem kurzen Zeitraume erfolgen. Endlich kommt noch hinzu, dass die Leinenfaser am wenigsten geeignet ist, solche Veränderungen anzunehmen, wie sie bei diesem Färbeverfahren vorausgesetzt werden. Es ist daher in der Papierfärberei auf die Verwendung dieser Farben ebenfalls Verzicht zu leisten.

Wenn man unter Küpe die Auflösung eines färbenden Mediums versteht, welches erst durch einen oxydirenden Einfluss, also z. B. durch Berührung mit der atmosphärischen Luft etc., die Farbe erzeugt, so kann man auch die Methode der Küpenfärberei in vorliegendem Falle für unanwendbar erklären.

Demnach bleiben für die Papierfärberei allein die substantiven Farben übrig. Man versteht darunter solche Pigmente, welche in ihren Lösungen sich auf die Fasern ohne weitere Vorbereitungen festsetzen und ohne weitere Behandlungen fixirt werden. Da es nur einige Farbstoffe giebt, welche diese Eigenschaft besitzen, so kann man in der Zeugfärberei von dieser einfachen Methode wenig Gebrauch machen, da es sich hierbei nicht allein um das Färben handelt, sondern auch um die Fähigkeit der gefärbten Stoffe, den Einwirkungen späterer Waschoperationen zu widerstehen. Dehnt man den Begriff der substantiven Farben weiter aus, indem man darunter alle fertigen Farben in Lösungen oder in fein vertheiltem, wässerigem Zustande begreift, und beachtet man, dass bei dem noch mitunter üblichen Verfahren mit adjektiven Farben, wegen der grossen Verdünnung, in welcher die Beizen im Holländer vorhanden sind und wegen der Unmöglichkeit des Trocknens, die Farbstoffe sich erfahrungsmässig nicht im Innern mit der Faser verbinden, sondern sich nur auf die Oberfläche legen (weil die Basen der Beizsalze sich hier ausscheiden), so ist leicht zu erkennen, dass in den meisten Fällen die Färbung des Papierzeuges subjektiv erfolgen kann, um so mehr, als es hierbei auf eine Widerstandsfähigkeit gegen Waschoperationen nicht ankommt, welche in der Zeugfärberei vor Allem angestrebt werden muss.

Aus diesem Grunde lassen sich sowohl aufgelöste als in Wasser fein vertheilte, demnach fast alle überhaupt bekannten Farben in der Papierfärberei benutzen, wenn nicht besondere Eigenschaften (schnelle Vergänglichkeit, unreiner Farbenton, hoher Preis u. s. w.) sie ausschliessen.

Das Thierreich liefert nur einen Farbstoff für die Papierfärberei, nämlich den Karmin, aus der Cochenille. Um denselben für den vorliegenden Zweck zu erhalten, kocht man in einem verzinnten kupfernen Kessel 1 kg. zu Pulver geriebene Cochenille mit 1 kg. Weinsteinsäure

und 12 kg. Wasser zwei Stunden lang, unter fortwährendem Umrühren mit einem hölzernen Spatel, seihet durch feine Leinwand und wiederholt die Abkochung mit derselben Wassermenge und dem Rückstande. Nachdem auch die letzte Flüssigkeit abkolirt ist, vermischt man sie mit der ersten und lässt das Gemisch sich ruhig absetzen. Hierauf zieht man die Flüssigkeit klar ab, setzt noch 1 kg. Salzsäure und $^1/_2$ kg. Salpetersäure hinzu und bewahrt sie, gegen Licht geschützt, bis zum Gebrauch auf. Sie ist von schöner Farbe und hält sich lange.

Aus dem Pflanzenreiche stammt eine grössere Anzahl von Farbenmaterialien. Deren wichtigste sind: das Campeche- oder Blauholz, das Fernambukholz oder Brasilienholz, das Catechu oder die japanesische Erde, der Saflor, der Krapp oder die Färberröthe, der Indigo, der Orlean, der Lackmus und die Galläpfel. — Wenn zwar seit dem Bekanntwerden der Anilinfarben die Pflanzenpigmente sowohl, als der Karmin eine viel geringere Anwendung finden, so stehen sie doch im Allgemeinen noch so häufig in Gebrauch, dass es wichtig ist, ihre Gewinnung und Zubereitung zu kennen. In Bezug auf das Spezielle dieser Farbstoffe auf die Lehrbücher der Färberei etc. verweisend, mag daher hier in Kürze so viel angeführt werden, als für den vorliegenden Fall zum Verständniss ausreicht.

Man gewinnt die Farbstoffe aus den vorstehenden Materialien im Allgemeinen durch Abkochungen in Wasser, dem verschiedene Substanzen zur Erleichterung des Ausziehens zugesetzt werden; ausserdem bekommen die erhaltenen Farbstofflösungen noch häufig Stoffe zugefügt, die zum Beleben oder zur Erzeugung bestimmter Töne dienen.

Die Campecheholzabkochung wird bereitet, indem man 100 kg. Campecheholz mit dem zehnfachen Gewicht Wasser vier Stunden kocht, die Flüssigkeit abzieht, von Neuem dieselbe Wassermenge aufgiesst, ebenfalls vier Stunden im Kochen erhält, desgleichen abzieht, beide Brühen zusammengiesst, darauf 4 kg. Alaun zusetzt und, gegen Licht geschützt, aufbewahrt. Diese Farbenlösung wird von Säuren lebhaft roth, von Alkalien violett gefärbt. — Statt dieser Abkochung ist das in den Handel kommende Blauholzextrakt deshalb nicht so gut zu verwenden, weil es keine so lebhaften Farben giebt.

Vom Fernambukholz stellt man sich zweckmässig zwei Abkochungen dar. Zuerst setzt man, am zweckmässigsten in einem Kupferkessel, 100 kg. Späne mit dem zehnfachen Gewicht Wasser aufs Feuer und erwärmt sie bis auf etwa 50°. Dann lässt man dieses Wasser ablaufen, um den Staub und die verschiedenen fremden Stoffe zu entfernen, welche die Farbenreinheit beeinträchtigen. Darauf ersetzt man das Wasser, kocht damit drei Stunden unter Ersatz des verdampften Wassers, zieht die Flüssigkeit ab und bezeichnet sie mit Abkochung Nr. 1. — Auf den Rückstand giebt man jetzt dasselbe Quantum Wasser mit 20 kg. Soda, kocht vier Stunden ebenfalls unter Ersatz des verdampfenden Wassers, zieht die Flüssigkeit ab und bezeichnet sie mit Abkochung Nr. 2. — Die erste Brühe ist hellroth. Säuren, Alkalien oder Salze geben ihr eine Färbung, die nach der Art der Säuren u. s. w. variirt. So z. B. geben Schwefelsäure und Salzsäure eine blassrothe; Salpetersäure und Weinsteinsäure eine gelbrothe; Kali eine karmoisinrothe; Soda eine gelblichrothe; Alaun eine rosa; Eisenvitriol eine schwarzviolette; Zinnsalz eine hochrothe Farbe. Zum Zwecke der Papierfärberei präparirt man die Fernambukabkochung oft mit diesem Zinnsalz, indem man davon dem ersten Dekokt im Verhältniss von 30 kg. auf 100 kg. Holz zusetzt, gut umrührt und 24 Stunden stehen lässt. Die

Farbe setzt sich ab. Das darüber stehende blassrothe Wasser wird abgegossen und der gebildete Lack so lange mit Wasser gewaschen, bis dieses nicht mehr sauer reagirt, damit eine schädliche Einwirkung auf den Harzleim im Zeuge vermieden wird. Bei ungeleimten Papieren ist diese Vorsicht nicht erforderlich, vielmehr kann man dabei das Zinnsalz direkt in den Holländer geben.

Um den Catechufarbstoff zu gewinnen, nimmt man eine Portion Catechu, übergiesst sie mit kochendem Wasser und knetet 1/4 Stunde tüchtig durch. Hierauf bringt man die Masse aufs Feuer und kocht so lange, bis alles Catechu gelöst ist. Nachdem man hierauf durch Hinstellen den nicht aufgelösten Substanzen Gelegenheit gegeben hat, sich zu Boden zu setzen, giesst man die dunkelbraune Flüssigkeit durch Flanell ab und wendet sie gleich zum Braun- oder Schwarzfärben an.

Die Bereitung des Safflorkarmins in Auflösung wird auf folgende Weise vorgenommen. Man nimmt eine gewisse Menge Safflor, übergiesst sie mit Wasser und erneuert dieses nach 24 Stunden und dann den folgenden Tag u. s. w. so häufig, dass es nicht mehr gelb gefärbt erscheint. Dann thut man die vom Wasser befreiten Blüthen in die zehnfache Menge Wasser, welches 1 Th. (also so viel wie das Gewicht des angenommenen Materials) Soda enthält, presst nach einer Stunde aus, kolirt durch Flanell und setzt so viel Essigsäure zu, dass die Soda neutralisirt und die Flüssigkeit ein klein wenig sauer ist. Dadurch setzt die rothe Farbe sich zwar ab, hält sich aber in diesem Zustande lange Zeit. Alkalien färben diese Lösung gelblich, Säuren beleben sie, namentlich Essig- und Weinsteinsäure.

Das Krapproth ist zwar eine der schönsten und dauerhaftesten Pflanzenfarben, aber für die Papierfärberei nicht gut anwendbar, indem man es nur als Lack gebrauchen könnte. In diesem Zustande hat es aber sehr an Feuer eingebüsst und kann durch andere wohlfeilere Pigmente ersetzt werden.

Die Indigolösung bereitet man sich auf folgende Weise. 10 kg. Indigo wird sehr fein gepulvert und nach und nach unter stetigem Umrühren mit einem Glas- oder Porzellanspatel in ein Gefäss geschüttet, welches 60 kg. konzentrirte Schwefelsäure von 66° B. enthält. Darauf lässt man das Gemisch einige Stunden stehen, rührt wieder um und wiederholt dies so lange, bis aller Indigo gelöst ist, was man daran erkennt, dass ein Tropfen, den man in ein Glas mit Wasser fallen lässt, ohne Bodensatz und ohne Trübung das Wasser bläut. Zur Beseitigung der überschüssigen Säure giesst man das Ganze in ein Gefäss mit einer grossen Menge Wasser und setzt so lange fein gepulverte Kreide hinzu, als noch ein Aufbrausen stattfindet. Von dem sich selbst absetzenden schwefelsauren Kalk giesst man die Flüssigkeit ab und bewahrt sie zum Gebrauch auf. Den Bodensatz kann man noch mit Wasser auswaschen und dieses zum Bläuen, S. 823, anwenden. Die früher sehr bedeutende Verwendung dieses Farbstoffes hat jetzt durch das Ultramarin und Zyanblau fast ganz aufgehört.

Aus dem Orlean gewinnt man den Farbstoff, indem man ihn mit dem fünffachen Gewicht Urin übergiesst, auf 4/5 einkocht und durch feine Leinwand kolirt. Die abgelaufene, ziegelrothe Flüssigkeit erhält nach einigen Tagen einen braunrothen Niederschlag. Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Essigsäure, Alaun und Alkalien bleiben ohne Wirkung auf die Farbe. Weinsteinsäure dunkelt sie etwas.

Der Lackmus verdient noch deshalb angeführt zu werden, weil man damit im Kleinen das bekannte Reagenspapier bereitet.

Die Galläpfel dienen nicht direkt als Pigment, sondern wegen ihres Gehaltes an Gerbstoff hauptsächlich als Zusatz. Um sie zu dem Zwecke zu benutzen, kocht man die gröblich zerstossenen Aepfel mit dem sechsfachen Gewicht Wasser so lange, bis die Masse sich zwischen den Fingern zerdrücken lässt. Die durch Leinwand oder Haarsieb abgezogene Flüssigkeit ist von dunkelbrauner Farbe, sie wird von Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure und Essigsäure mehr oder weniger braungelb gefärbt. Eisensalze färben sie sofort schwarz. Alaun und die Alkalien sind ohne Wirkung darauf.

Das Mineralreich liefert nur wenige direkt anwendbare Farbesubstanzen, weil die Farben in der Regel durch Beimischungen zu unrein sind. Man gebraucht den Ocker und die Umbra in ihren verschiedenen Arten zum Gelb- und Braunfärben ordinärer Papiersorten und präparirt diese Stoffe durch Mahlen und Schlämmen, weil ein höchst fein vertheilter Zustand erforderlich ist.

In Bezug auf die Färbemittel, welche die Chemie auch für die Papierfabrikation herzustellen lehrt, würde es zu weit führen, hier die Herstellung und die speziellen Eigenthümlichkeiten derselben anzugeben. Hier mag daher ihre Aufzählung und eine kurze Zusammenstellung derjenigen ihrer Eigenschaften genügen, welche für die Papierfärberei von Wichtigkeit sind. Die Anzahl derselben ist zwar nicht gross, allein vollständig ausreichend, um im Verein mit den schon angeführten Farbstoffen jede beliebige Nüanze zu erzeugen. Man gebraucht vorherrschend: Ultramarin, Berlinerblau, die chromsauren Bleioxyde, die Eisenoxyde und die Anilinfarben; weniger häufig: das Kobaltblau, die Smalte und den Grünspan. Bei Anwendung dieser Materialien sind folgende Eigenschaften derselben zu beachten.

Das Ultramarin ist eine höchst brillante und sehr beständige Farbe, welche sich nur bei Gegenwart von Säuren zersetzt und daher eine neutrale oder alkalische Beschaffenheit des Papierzeuges verlangt. Um diese zu erhalten, muss man das Papierzeug vor dem Ultramarinzusatz auswaschen oder neutralisiren und den Harzleim ohne Ueberschuss von Alaun oder schwefelsaurer Thonerde darstellen oder das Ultramarin mit einem Schutzmittel umgeben. Im ersteren Falle prüft man das Zeug vor dem Zusatze des Harzleimes mit Jodkaliumstärke und nach dem Zusatze durch Lackmuspapier, wobei das erste Reagens nicht violett, das Lackmuspapier nicht roth werden darf. — Um das Ultramarin zu schützen, rührt man dasselbe etwa 24 Stunden vor seinem Gebrauch mit krystallisirter Soda (65 bis 130 g. auf eine Holländerleere), welche man in heissem Wasser aufgelöst hat, zusammen, mit der Vorsicht, dass sich keine Klümpchen von Ultramarin bilden.

Das Berlinerblau erfordert, um einen klaren und unveränderlichen Farbeton zu erzielen, eine etwas saure Beschaffenheit des Zeuges. Man erhält diese am zweckmässigsten durch einen Ueberschuss von Alaun im Harzleim, wobei es hinreicht, auf jede Holländerleere etwa 500 g. Alaun zuzusetzen. Das Zumischen dieser Farbe muss daher stets nach der Leimung erfolgen. Bei hellen Nüanzen ist es zweckmässig, das Berlinerblau in Oxalsäure aufzulösen.

Die chromsauren Bleioxyde entstehen bekanntlich durch Vermischen der chromsauren Alkalien (namentlich des chromsauren Kalis) mit Bleisalzen (namentlich essigsaurem Bleioxyd). Wendet man doppelt chromsaures Kali und ein neutrales Bleisalz (Bleizucker) an, so entsteht ein Niederschlag von hellgelber Farbe, während bei Anwendung von neutralem

chromsaurem Kali der Niederschlag dunkler gelb ausfällt. Nimmt man aber basisch essigsaures Bleioxyd und setzt auch dem chromsauren Kali wohl etwas ätzendes Kali zu, so bildet sich ein Niederschlag von orangegelber Farbe. Man erreicht dieselben Farbennüanzen aber auch durch die verschiedenen Mischungsverhältnisse des doppelt chromsauren Kalis mit der Bleizuckerlösung, indem ein vermehrter Zusatz des Bleizuckers die Farbe verdunkelt und ins Orange zieht, während eine Vermehrung des Chromsalzes den Ton heller macht. Aus diesem Verhalten folgt zugleich, dass die Papiermasse bei Hervorbringung der hellen Farben durch Alaun oder schwefelsaure Thonerde etwas angesäuert, bei dunklen Tönen neutral oder etwas alkalisch sein muss.

Statt der natürlich vorkommenden Eisenoxyde wendet man jetzt, wenn es sich um eine reine Farbe handelt, immer die künstlich erzeugten an. Man erhält sie durch Fällung von Eisensalzlösungen mit Alkalien. Als Eisensalze nimmt man in der Regel die schwefelsauren Eisenverbindungen und zwar das schwefelsaure Oxydul, Oxyduloxyd oder Oxyd, weil nämlich die Oxydulniederschläge hellgelb (erbsengelb), die Oxyduloxyde mitteltönig (ledergelb), die Oxyde dunkelgelb bis röthlichbraun färben.

Als Ausgangspunkt zur Herstellung dieser Farben ist das schwefelsaure Eisenoxydul anzusehen, welches, wenn rein von Oxyd, hellgrüne Krystalle ohne röthliche, sogenannte verwitterte Stellen bildet. Lässt man eine Lösung dieses Salzes längere Zeit an der Luft stehen, so wird sie gelbroth, ein Beweis für eine Oxydation und giebt dann, mit Alkalien gefällt, Eisenoxyduloxydhydrat.

Durch Rösten kann man das Salz ganz in Oxyd verwandeln. Zweckmässiger bewirkt man die Oxydation durch Salpetersäure. In letzterem Falle löst man 150 kg. Eisenvitriol in 500 kg. Wasser auf und setzt 27 kg. Schwefelsäure von 65° B. hinzu. Hierauf erhitzt man das Gemenge zum Sieden und setzt unter beständigem Umrühren vorsichtig und langsam in kleinen Portionen so lange Salpetersäure zu, bis keine röthlichgelben Dämpfe von salpetriger Säure mehr aufsteigen.

Als Fällungsmittel dient besonders das kohlensaure Natron oder das Aetznatron. Obwohl der Kalk als Kalkmilch oder Kalkwasser dieselben Dienste leistet, so findet er doch wenig Anwendung; besonders ist die Kalkmilch zu verwerfen, weil sie bei der Zersetzung leicht Klümpchen von Gips bildet. Ausserdem ist zu beachten, dass neben dem Eisenoxyd auch der gebildete Gips mit in die Papiermasse geht, die Farbe aufhellt und überhaupt den Erfolg eines Füllstoffes, S. 823, hat.

Die Anilinfarben, deren Herstellung hier übergangen werden muss, finden auch in der Papierfärbei ausgedehnte Verwendung, wegen der schönen Töne und der leichten Anwendung in Lösungen, wenngleich ein grosser Theil derselben wenig beständig ist, vielmehr, namentlich im Sonnenlicht, schnell verbleicht. Ihre wässerigen Lösungen werden in dem Ganzholländer oder in der Bütte eingemischt, wo sich die Farbe, namentlich wenn Harzleimung vorhergegangen ist, begierig auf die Fasern absetzt. — Hierbei mag noch besonders erwähnt werden, dass das Pergamentpapier sich wegen der Aehnlichkeit, die es mit der thierischen Haut hat, ausserordentlich leicht mit Anilinfarben durch einfaches Eintauchen in ihre Lösungen so lange, bis der gewünschte Ton entstanden ist, färben lässt.

B. Das Färben selbst.

Die Papierfärberei selbst besteht, wie aus Obigem hervorgeht, nun darin, nach bestimmten, durch die Erfahrung bekannt gewordenen Quantitätsver-

hältnissen die Farben dem Papierzeuge im Ganzholländer oder, jedoch selten, in der Bütte zuzusetzen und mit dem Zeuge gehörig zu vermengen, wobei Folgendes zu beachten ist.

Der Farbenzusatz geschieht in der Regel im Ganzzeugholländer und zwar ist der Augenblick abzuwarten, wo (bei geleimtem Papier) die Leimung stattgefunden und die Einwirkung des Thonerdesalzes auf die Faser vollkommen vor sich gegangen ist. Die Farbstoffe werden vor ihrer Einmischung, wenn sie gelöst sind, durch ein Kolirtuch von Leinwand oder Flanell gegeben, wenn sie von pulverförmiger Beschaffenheit sind aufs feinste gerieben, mit Wasser aufgemengt und durch einen Beutel gedrückt. Geschieht die Farbenbildung im Holländer, so setzt man die dazu erforderlichen Lösungen u. s. w. nicht auf einmal, sondern nach und nach zu. Die durch Mischung einzelner Farben entstehenden Mischfarben werden entweder vorher bereitet oder man giebt die Farben ebenfalls einzeln in den Holländer und lässt sie durch die Walze vermischen. Bei Anwendung von Schönungsmitteln (Beizen, Säuren, Salzen u. s. w.) ist es rathsam, diese vorsichtig vor dem Gebrauch den Farbstoffen beizumischen, damit die Einwirkung gehörig stattfinden kann.

Den Erfolg des Zusatzes, also den Ton, erkennt man am sichersten, wenn man eine Probe aus dem Holländer nimmt, ausdrückt und mit dem ebenfalls genässten Probepapier vergleicht.

Zur Erzeugung eines Papieres mit schöner, lebhafter, reiner Färbung müssen sehr gut vorbereitete reine Materialien (namentlich Hadern, Füllstoffe etc.) genommen und sowohl scharfes Pressen, schmutzige oder viel gebrauchte Filze und grosse Trockenwärme vermieden werden, weil diese vor Allem auf die organischen Farben leicht schädlich einwirkt.

Bezüglich der Farbenauswahl kann man folgende Hauptfarbengruppen mit den zur Erzeugung derselben gebrauchten Farbenmaterialien aufstellen und, je nach den Zusatzmengen der letzteren, die gewünschten Nüanzen hervorbringen.

1) Blau. Zum Blaufärben dient vorzugsweise das Berlinerblau, das Ultramarin, der Indigo, das Campecheholz und Anilinblau.

Das Berlinerblau findet sehr viel Anwendung, besonders für farbige Umschlag-, Affichen-, Seiden- und Packpapiere. — Das Ultramarin, dessen Ton brillanter ist, dient hauptsächlich für die feineren Papiersorten. Der Indigo, dessen Ton matt und dunkler ist, wird jetzt nur noch wenig gebraucht. — Die ganz dunkel (schwarz) blaue Färbung erzielt man durch Campecheholz mit Eisenvitriol und ein wenig Zyaneisenkalium. — Anilinblau färbt sehr satt, ist aber vergänglich. — Oefters setzt man diesen Farben eine Kleinigkeit Roth zu, um damit den grünen Schimmer, der durch die geringe gelbe Färbung des Papierzeuges entsteht, zu beseitigen. Ein grösserer Zusatz von Roth, z. B. eine Auflösung von Karmin in Ammoniak, erzeugt die violettblauen Töne.

2) Gelb. Behufs Erzeugung dieser Farbe vom hellsten Tone (erbsengelb) bis hinauf zum Braungelb und Orange bedient man sich der chromsauren Bleisalze, der Eisenoxyde, der Fernambuk- und Campecheholzabkochung, des Kupfervitriols, der Umbra.

3) Grün. Diese Färbung wird in der Regel durch Mischung von Blau und Gelb (Berlinerblau, Ultramarin u. s. w. mit den chromsauren Bleisalzen) erhalten.

4) Lilla und Violett. Diese Farben sind oft Mischungsfarben und werden aus Roth (Fernambuk, Cochenille, Saflor) mit Blau (Berlinerblau, Ultramarin) zusammengesetzt; oder man erzeugt sie mit Roth-Anilin.

5) Roth. Das schönste Roth bringt das Fuchsin, der Saflor und der Karmin hervor, wenngleich das letztere Pigment einen geringen bläulichen Stich hat und das Fuchsin vergänglich ist. Sehr viel Verwendung findet ferner die Fernambukholzabkochung, S. 862, welche häufig mit Alaun, Zinnsalz etc. geschönt wird.

6) Braun. Die braunen Farben werden entweder aus rein braunen Substanzen, z. B. Ocker, Umbra, oder durch Mischungen verschiedener Art hervorgebracht, je nachdem der Ton ins Gelbe oder ins Graue oder ins Rothe gehen soll, und finden dann namentlich Anwendung: die chromsauren Bleisalze, die Eisensalze mit Catechu-, Fernambukholz, Berlinerblau, die frisch gefällten Eisenoxyde und Orlean.

7) Grau und Schwarz. Hierzu wendet man besonders die Eisenoxyde oder Berlinerblau mit Campecheholz, Galläpfeln, Querzitron; sowie Kienruss, Umbra und Orlean; als auch Anilinschwarz an, welches letztere als beständige und unzerstörbare Farbe gelten kann.

II. Im Blatt gefärbte Papiere.

Das Färben der Papiere im Blatte kann nur mit aufgelösten Pigmenten stattfinden, da die pulverförmigen Farbstoffe, selbst wenn sie noch so fein sind, nicht in die Papierporen einzudringen vermögen, sondern auf dem Papier liegen bleiben. — Abgesehen nun selbst davon, dass diese Methode der Papier-Färberei zu der grossen Zahl von Arbeiten, die für die Papiererzeugung nothwendig sind, noch mindestens eine (das Tränken), gewöhnlich aber auch noch die des Trocknens, Glättens etc. hinzufügt, kann sie deshalb keine Empfehlung verdienen, weil es kaum zu erreichen ist, dass die Farbebrühe in konstanter Beschaffenheit bleibt, indem die Pigmente, namentlich dann, wenn sie eine grosse Anziehung zu der Papierfaser besitzen, schnell aufgezehrt werden und daher eine Farbebrühe zurücklassen, die zunehmend farbeärmer wird und das Papier schwächer färbt. — In manchen Fällen als Aushilfsmittel in Gebrauch, beschränkt sich diese Färbemethode durchgängig auf nachträgliches Färben von Papier in Bogen und wird entweder dadurch ausgeübt, dass man das Papier durch die Farbelösung zieht (wie beim Handleimen, S. 849) oder indem man die Farbelösung mittelst eines Schwammes etc. aufträgt. — Hierher gehört auch das Verfahren, Papiere mit Anilinlacken zu färben,[1]) welche aus weingeistigen Harz- (Schellack- etc.) Lösungen bestehen, denen spirituslösliche Anilinfarben zugesetzt sind. Da diese Anilinlacke das Papier zugleich wasserdicht machen und gestatten, dass die beiden Papierflächen verschieden gefärbt werden, so ist ihre Anwendung besonders zur Herstellung von Blumenpapier etc. beachtenswerth.

Zweites Kapitel.

Fabrikation der Buntpapiere.[2])

Unter Buntpapier (*Stained paper*) versteht man im Allgemeinen diejenigen Papiere, welche auf einer oder (seltener) auf beiden Flächen mit einem farbigen Ueberzuge versehen sind, welcher letzterer entweder einfarbig schlicht oder mehrfarbig gemustert sein kann, so dass man diese

---

1) Dingler's Journ., Bd. 202. S. 382. 2) Exner, Die Tapeten- und Buntpapier-Industrie, Weimar 1869. — Techn. Lexikon, Bd. 2. S. 165.

Buntpapiere zweckmässig in die zwei Klassen: einfarbiges und gemustertes Buntpapier theilt, auch schon deshalb, weil die Herstellung derselben verschiedene Mittel und Manipulationen erfordert.

Eine besondere Art Buntpapier bilden die, namentlich zur Wandbekleidung, zum Belegen von Fussböden, Treppen etc. verwendeten sogenannten Tapeten (Papiers peints, P. de tenture, P. à tentures, *Paper hangings*) und die hierzu gehörenden Borden (Borduren, Kanten, Bordures, *Border*), welche erstere (wenn sie nicht einfarbig schlicht sind) sich von den eigentlichen Buntpapieren eigentlich nur durch grössere Muster (die oft aus weiter Entfernung noch erkennbar sein müssen) und grösseres Format unterscheiden, indem sie fast ausschliesslich in sogenannten Rollen (Stücken, Pièces, Rouleaux) von 8 bis 9 m. Länge und 0,5 bis 0,6 m. Breite, oder in abgepassten Grössen (Plafondstücken etc.) zur Verwendung gelangen, während die Buntpapiere kaum anders als bogenweise verbraucht werden.

Da die Erzeugung eines farbigen Ueberzuges auf Papier nur in der Weise stattfinden kann, dass man die Farben mit flüssigen Bindemitteln befestigt, so handelt es sich in der Buntpapierfabrikation (*Paper staining*) um dreierlei: 1) um die Farben, 2) um die Bindemittel, 3) um die Aufbringung derselben auf das Papier, sowie das Trocknen des letzteren und vielfach um gewisse Nacharbeiten (Glätten, Lackiren etc.)

I. Von den Farben.

In Bezug auf die Farben kann auf das bereits S. 861 Angeführte mit der Bemerkung verwiesen werden, dass fast sämmtliche bekannte (haltbare) Farben mit ihren unzähligen Mischungen in der Buntpapierfabrikation Verwendung finden, entweder als sogenannte Körperfarben oder als Saftfarben.

Körperfarben nennt man dann diejenigen Farbstoffe, welche aus sehr feinen Pulvern bestehen und daher einen undurchsichtigen Ueberzug bilden, indem sie das Papier vollständig bedecken (Decken; Deckfarben) und einen hohen Glanz annehmen, aus Gründen, welche S. 753 näher besprochen sind.

Mit Saftfarben bezeichnet man jene Pigmente, welche nur in Lösung angewendet werden, deshalb fast oder ganz durchsichtig sind, nicht decken und selten eines hohen Glanzes fähig sind.

Da eine grosse Anzahl Saftfarben sich durch einen sehr feurigen, angenehmen Ton auszeichnen, so hat man sie auch zur Benutzung für den in Rede stehenden Zweck in eine Art Deckfarbe verwandelt. Diese Verwandlung beruht auf der Erscheinung, dass sich die organischen Farbstoffe mit gewissen Metalloxyden zu unlöslichen Verbindungen vereinigen, welche die ursprüngliche Farbe der Pigmente besitzen. Sie führen den Namen Lackfarben oder Farbenlacke und werden gewöhnlich durch Bindung an Aluminiumoxyd (Thonerde) hergestellt, weil die Thonerde am wenigsten ändernd auf den Farbeton einwirkt. Auch Zinn- und Antimonoxyde pflegt man zu verwenden. Bei Darstellung dieser Lacke vermischt man die Farbelösungen mit Lösungen von Thonerde etc. Salzen (Alaun, schwefelsaure Thonerde) und unterstützt die Fällung des unlöslichen Niederschlages, wenn sie nicht bald eintritt, durch einen Zusatz von Ammoniak, oder einer Lösung von Soda.

Um die Anilinpigmente in die Form von Körperfarben zu bringen, bindet man sie oft an Stärke (Stärkefarben). Zu dem Zwecke löst man, je nach der Nüanze, mehr oder weniger Anilinfarbe in Spiritus und knetet

in diese Lösung so viel Stärke (Kartoffelmehl) ein, bis ein steifer Teig entsteht, der getrocknet und fein gerieben als Deckfarbe zu verwenden und mit anderen Farben beliebig zu Mischungen zusammenzusetzen ist.

Damit die Körperfarben und Lacke sich gut verarbeiten lassen und leicht Glanz annehmen, ist es nothwendig, sie aufs Feinste zu pulvern. Dies Pulvern, welches übrigens bei frisch gefällten Farbstoffen, z. B. Berlinerblau, Chromgelb, Barytweiss etc. häufig überflüssig ist, geschieht auf dem Reibsteine in feuchtem Zustande, unter denselben Vorsichtsmassregeln, wie sie in den Malerwerkstätten beachtet werden, nur dass selbstredend die Anfeuchtung mit Wasser geschieht. — Ohne wieder trocken geworden zu sein, werden darauf die Farben den lauwarmen Bindemitteln beigemengt und der Vorsicht wegen die so fertige Farbe mit einem groben Pinsel durch ein feines Harsieb durchgerieben.

II. Von den Bindemitteln.

Die Bindemittel müssen so beschaffen sein, dass sie in einer möglichst dünnen Schicht die Farben festhalten, nicht brechen, abspringen oder reissen, von Feuchtigkeit möglichst wenig leiden, nicht abfärben oder den Glanz leicht verlieren und die Farben nicht verändern. Ferner ist erforderlich, dass sie sich leicht (in Wasser) auflösen, sich mit den Farben gut mischen und ohne Schwierigkeit auftragen lassen.

Unter den Bindemitteln ist daher der thierische Leim das vorzüglichste, weil er grosse Bindekraft besitzt, in kaltem Wasser sich nicht auflöst, sondern nur anquillt und auch den anderen Bedingungen in hohem Grade genügt. Man stellt sich die Leimlösungen gewöhnlich durch Auflösen des bekannten Tischler- oder Tafelleims oder Gelatine dar, den man je nach der Zartheit der anzuwendenden Farben in der Reinheit auswählt. Solchen Leim lässt man in kaltem Wasser so lange anquellen, bis alle harten Stellen verschwunden sind, zerreibt ihn dann mit einer Keule und kocht gelinde mit dem etwa zehnfachen Gewicht Wasser. Die klare Auflösung wird dann zur Entfernung etwaiger Unreinlichkeiten durch ein feines Haarsieb gegossen. — Statt direkt aus dem Leime, bereitet man sich die Leimlösung auch mitunter, namentlich für feine Papiersorten, indirekt nach der S. 824 angegebenen Methode aus Pergamentspänen, Handschuhleder, Kälberklauen u. s. w. durch Kochen mit Wasser und sorgfältiger Beseitigung aller Fettstoffe und des Blutgerinsels.

Statt des animalischen Leims werden unter Umständen für feine Papiere auch Gummilösungen angewendet; so ist es Regel, die Saftfarben mit arabischem Gummi, welches man in den Farbebrühen auflöst, indem man es kalt etwa 24 Stunden vor dem Gebrauch mit denselben unter häufigem Umrühren zusammenbringt, aufzutragen.

Der Stärkekleister kann nur gebraucht werden, um Körperfarben auf Papier zu binden, wenn die Farben keiner Feuchtigkeit und Gefahr des Verwischens ausgesetzt werden. Er dient aber, sowie Tragantschleim, zum Anmachen der Farben beim Bedrucken.

Eine besondere Gattung dieser Bindemittel ist der Alaunleim, mit welchem die Papiere der grösseren Haltbarkeit wegen mitunter noch nachträglich kalt überzogen werden, z. B. um das Verwischen zu vermeiden, wenn auf Körperfarben noch Saftfarben gesetzt werden sollen. Man bereitet ihn, indem man 350 gr. guten Leim in etwa 5 kg. Wasser auflöst und 20 gr. fein gepulverten Alaun hinzufügt. Man wendet diesen Alaunleim mit grösserem Alaungehalt und mehr Wasser auch an, um ungeleimtes

Papier zum Färben vorzubereiten. Es wird dann 250 gr. Leim, 10 kg. Wasser und 125 gr. Alaun genommen.

Auch der S. 825 erwähnte, zum Leimen des Papiers gebrauchte vegetabilisch-mineralische oder Harzleim kann zu obigen Zwecken dienen.

III. **Das Auftragen der Farben.**

Die Aufgabe des Auftragens besteht im Allgemeinen darin, Papier mit einer Farbenschicht von solcher Dicke und Regelmässigkeit zu überziehen, dass die unter dieser Schicht liegende, farblose oder gefärbte Fläche nicht durchscheint und die aufgetragene Farbe ein sehr gleichmässig vertheiltes Ansehen erhält, welches sich, je nachdem es sich hierbei um einfarbige oder gemusterte Flächen handelt, über das ganze Papier oder einzelne Stellen desselben zu erstrecken hat. — Wenn nun zwar in Folge der grossen Mannigfaltigkeit der Buntpapiere, namentlich in soweit die gemusterten entweder durch eine vollständig gesetzmässige Vertheilung der Figuren nach Raum und Farbe (z. B. Tapeten) oder durch eine zufällige und regellose Anordnung unbestimmter Figuren (z. B. marmorirtes Papier) entstehen, sich eine ganze Reihe von verschiedenen, später einzeln anzuführenden Verfahrungsarten ausgebildet hat, so besteht doch mit wenigen Ausnahmen das Grundverfahren darin, das Papier mit Körpern in Berührung zu bringen, welche die betreffenden Farben in oder an sich bergen und an das Papier abgeben. — Diese Körper (Auftragwerkzeuge) können entweder schwammartiger Natur sein, dadurch eine grosse Menge Farben aufnehmen und durch allmähliche Abgabe grosse Flächen überziehen, indem sie auf denselben hergezogen werden; oder sie sind nicht porös, lassen sich deshalb nur mit einer dünnen Schicht Farbe bedecken und geben diese auf einmal wieder an das Papier ab. Hieraus folgt, dass den Auftragwerkzeugen ersterer Art mehr und häuptsächlich die Bestimmung zukommen muss, grössere, zusammenhängende Farbenflächen zu erzeugen, während diejenigen der letzteren Art sich vornehmlich zur Erzeugung kleiner Flächen eignen, wie sie namentlich in den Mustern auftreten.

Zu der ersteren Gattung gehören die in mancherlei Formen und Grössen erforderlichen Bürsten, Pinsel und bürstenähnlichen Körper (behaarte Felle), sowie Schwämme, Filze, Gewebe etc.; zu der zweiten Gattung die mit erhabenen Mustern etc. versehenen Platten (Modell, Form, Planche, *Block*) und Lederstücke.

a. Die Bürsten, deren Handhabung bekannt ist, haben durchgängig eine Länge gleich der Breite des Papiers (18 bis 20 cm.), aber sehr verschiedene Breite. Zum eigentlichen Auftragen ist die Bürste etwa 6 bis 8 cm. breit. Weil es jedoch beim Auftragen mittelst dieser Streichbürste unmöglich ist, die erforderliche Gleichmässigkeit zu erreichen, namentlich die Entstehung eines streifigen Ansehens zu vermeiden, so ist unmittelbar nach dem Auftragen ein weiteres Streichen (Verschlichten) erforderlich, wozu eine Bürste (Verschlichtbürste) gebraucht wird, welche nur etwa 1 cm. breit ist. — Dass man sich zur absichtlichen Erzeugung von Streifen eines Pinsels oder einer Bürste bedienen kann, welche büschelweise, also kammartig mit Borsten besetzt ist, bedarf nur der Andeutung (Streifenzieher).

Beim Auftragen und Verschlichten mit der Hand muss das Papier entweder in seiner ganzen Ausdehnung oder bei sehr langen Streifen, z. B. endlosem Papier, auf einer längeren Strecke von einer glatten Unterlage

(Streichtisch) unterstützt werden, was zur Folge hat, dass die Arbeit keine ununterbrochene und somit eine zeitraubende ist, da die Arbeiter nicht nur längs dieses Tisches hin- und hergehen, sondern auch das Fortschaffen des bestrichenen Papieres zu veranlassen haben. Um diese fortwährenden Arbeitsunterbrechungen zu vermeiden, ist nur erforderlich, Bürsten und Papier ununterbrochen an einander weg zu führen, was am einfachsten dadurch geschehen kann, dass man das Papier an den Bürsten herzieht, die zu dem Zwecke quer über dem Papier festliegend angebracht sind. In dieser Kombinirung einer machinalen Vorrichtung zum Durchziehen des Papiers unter einer Streichbürste, sowie unter entsprechenden Schlichtbürsten, ist die Grundlage zu einer Auftragmaschine gegeben, welche in ununterbrochener Arbeit beliebig lange Papierstreifen mit Farbe versieht. Dieselbe bietet nur insofern mancherlei Verschiedenheiten dar,[1]) als 1) das Auftragen der Farbe auf das Papier in der Regel nicht durch Bürsten, sondern durch Walzen erfolgt, welche statt der Bürsten einen Ueberzug von Filz, Tuch oder Leder besitzen und entweder direkt in die Farbe eintauchen, wie die Walze c der Schlichtmaschine, Fig. 508 A. S. 725, oder indirekt von einem Tuch ohne Ende die Farbe empfangen, wie bei der später, S. 874, zu erwähnenden Druckmaschine; 2) dass das Verstreichen entweder (in der Längenrichtung) durch rotirende Walzenbürsten oder (in der Querrichtung) durch rotirende Kreisbürsten (Bürsten, welche sich um eine rechtwinklig zur Papierfläche stehende Achse drehen und daher mit einer grösseren ebenen Kreisfläche das Papier berühren) oder durch hin- und hergehende Bürsten bewirkt wird; und als sie 3) mit Aufhänge-[2]) oder Trockeneinrichtungen für das gestrichene Papier ausgestattet ist.

b. Die der zweiten Kategorie von auftragenden Werkzeugen angehörenden Platten sind den Druckformen der Zeugdruckerei nachgebildet, heissen deshalb auch hier Formen, besitzen auf einer Fläche zur Aufnahme der Farbe in erhabener, mitunter auch in vertiefter Weise die Muster und Figuren, entweder ausgeschnitten oder durch Einschlagen oder Aufleimen von Metall- oder Holzstäbchen, welche im Querschnitte die Figuren oder Figurentheile darstellen, und übertragen die Farbe durch Aufsetzen und Andrücken auf das Papier (Drucken, Impression). Ihre Grösse ist in der Regel so bemessen, dass die eine Ausdehnung (Länge) mit der Breite des Papiers übereinstimmt, also etwa 0,5 m. beträgt; die Breite richtet sich zum Theil nach der Ausdehnung des Musters und liegt gewöhnlich zwischen 0,2 und 0,5 m. Sie bestehen aus 3 Holzlagen von zusammen etwa 0,05 m. Dicke, wovon die mittlere 25 mm. dick, und die untere 12 mm. dick, aus Tannenholz gemacht und mit rechtwinklig sich kreuzenden Fasern auf einander geleimt sind. Die obere Schicht besteht aus härterem, ebenfalls 12 mm. dickem Holze (wilder Birnbaum, Buchsbaum etc.). Diese Schicht dient zur Aufnahme der Muster.

Die Zahl der erforderlichen Druckformen ist mindestens gleich der abzudruckenden Farben und Farbentöne, häufig daher sehr gross, mitunter selbst noch bedeutend grösser. Ist das Muster z. B. sehr ausgedehnt, so kann man es nicht auf eine Platte bringen, weil sich diese nicht würde regieren lassen. Dann multiplizirt sich die Zahl der Formen mit der Zahl der Theile, in welche man das Muster hat zerlegen müssen.

Tapeten z. B. werden selten mit weniger als 3 Farben bedruckt (dreihändige Tapeten wegen des dreimal zu wiederholenden Abdrucks, so zwei-

1) Wiebe, Skizzenbuch, Heft 25. Taf. 3. — Techn. Lexikon, Bd. 2. S. 167. — Berliner Verh., 1860. S. 305. 2) Polyt. Centr., 1868. S. 1154. — Dingler's Journ., Bd. 210. S. 324.

händige, vier-, fünf- etc. händige). Bei feineren Sorten und reichen Bordüren steigt die Zahl leicht auf 15 bis 20, bei landschaftlichen, historischen u. s. w. Darstellungen, grossen Blumen- und Figurenstücken auf 50 bis 60. Es sind selbst Tapeten hergestellt, die in einiger Entfernung täuschend kunstgerecht ausgeführten Gemälden gleichen und einen Aufwand von 3000 und mehr Formen erforderten. — Beim Drucken bedarf man an den Formen eines besonderen Zeichens, um ein vollkommenes Anschliessen, als auch ein richtiges Aufpassen neuer Farben auf oder zwischen bereits aufgedruckte zu erreichen. Diese Zusammenstimmung wird Rapport genannt und durch einige in jeder Form befindliche Drahtstifte (Rapportstifte) erreicht. Indem sich diese als Punkte mit abdrucken, geben sie die erforderliche Weisung für das Aufsetzen der nämlichen Form in einer neuen Stellung und der neuen Formen für weitere Farben, weil man nur nöthig hat, die Rapportstifte auf jene Punkte zu stellen.

Das Drucken selbst findet auf dem Drucktische Statt. Weil aber erstens das Papier steif und hart ist und daher nicht leicht die Farben annimmt, die Druckformen gewöhnlich von grösserem Umfange und die Muster selbst oft derart sind, dass sie grössere abzudruckende Flächen darbieten: so erfordert das Drucken einen bedeutenden Kraftaufwand und der Drucktisch eine diese Kraft ausübende Vorrichtung. Diese besteht in einem Hebelwerke (der sogenannten Maschine) und wird aus der Durchschnittsfigur 556 leicht zu erkennen sein. Vier im Rechteck stehende Ständer nebst vier Paar an demselben verzapften Riegeln bilden ein Gestell T, auf welchem das mit doppeltem Wolltuch stramm überzogene Tischblatt D unbeweglich liegt. Oberhalb der Tischfläche verbindet ein starkes, durch zwei Streben S noch überdies gegen die Zimmerdecke verspreiztes Querholz die beiden Hinterständer. An dem zur rechten Hand des Arbeiters befindlichen Ende des Tisches liegt auf schrägen Armen in Einschnitten derselben eine Stange m zur Aufnahme der Papierrolle; an dem zur linken Hand liegenden Ende ist in gleicher Weise die Stange n in den schrägen Armen t gelagert, um darüber das bedruckte Papier zu leiten, damit es nicht vom Tische auf die Erde herabhängt. Sobald aber ein längerer Theil bedruckt ist, führt man die Tapete über eine Stange an der Decke des Zimmers.

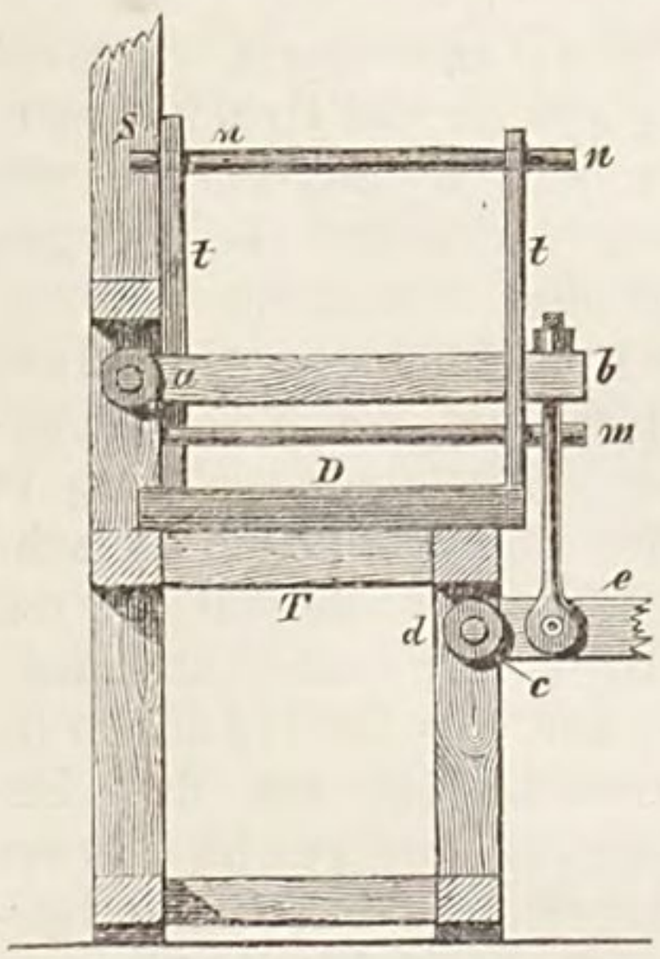


Fig. 556.

Durch die Ständer ist, nahe unter dem Querholz und parallel zum Tische, eine glatte runde Eisenstange a geschoben, welche dem nach der Länge der Stange verschiebbaren Druckhebel a b als Drehachse dient. Desgleichen dient eine solche Stange c als Drehachse für den Hebel d e. Indem nun a b mit d e durch die Zugstange b e verbunden ist, wird die auf d e wirkende Kraft nach dem Verhältniss der Hebellängen auf die unter a b liegende Druckform übertragen. Vermöge der Verschiebbarkeit von a b und d e kann man den Druckhebel schnell nach der Stelle bringen, wo die Form aufgelegt werden muss.

Die angegebene Einrichtung zur Ausübung des Druckes kann noch vereinfacht werden durch Weglassen der Theile b e und d e und entsprechende Verlängerung von a b bis 2,5 m. In diesem Falle muss man aber vom Drucken mit sehr grossen Formen absehen.

Zum Auftragen der Farbe auf die Druckformen wird die mit Leim in gehöriger Konsistenz angemachte Farbe sorgfältig mit einem Pinsel auf einem mit Tuch überzogenen Rahmen (Sieb) vertheilt, welcher auf einem mit Leder überzogenen Rahmen eines Kastens liegt und durch, in diesem Kasten vorhandenes Wasser und Papierschnitzel schwimmend erhalten wird. Man legt die Form auf die vertheilte Farbe und macht diese durch sanftes Andrücken daran haftend, setzt sie behutsam auf das Papier unter den Hebel und giebt durch letzteren den nöthigen Druck.

Wenn man die Druckformen aus biegsamem Material, z. B. Leder, herstellt und um einen Zylinder wickelt, oder das Relief, welches abgedruckt werden soll, auf dem Mantel eines Zylinders ausbreitet und einen solchen Zylinder drehend und stetig Farbe aufnehmend auf dem Papier entlang rollt, so wird das Bedrucken des letzteren in gleicher Weise ununterbrochen stattfinden, wie das Auftragen der Farben durch die Auftragmaschine, so dass es nahe liegt, nach einem in der rotirenden Druck-Walze vorhandenen Prinzip Papierdruckmaschinen zu konstruiren. — In der That bildet die Druckwalze die Grundlage derjenigen Druckmaschinen, welche als Walzendruckmaschinen[1]) bekannt sind und diejenigen Maschinen, die auf der Nachahmung der Handarbeit beruhen (mechanische Drucktische), in der Wirkung derart übertreffen, dass die letzteren hier übergangen werden können.

Eine Walzendruckmaschine besteht demnach 1) aus einem Apparat zur ununterbrochenen Zuführung des Papieres; 2) aus so viel Druckwalzen, als Farben hinter einander aufgetragen werden sollen; 3) aus ebenso viel Farbeauftragorganen; 4) aus einem als Drucktisch wirkenden Gegenorgan und 5) aus einer Vorrichtung zum Aufhängen oder Trocknen der bedruckten Papiere. — Da diese Theile bei den gebräuchlichsten Maschinen dieser Art wenig von einander abweichen, so mag es hier genügen, eine typische Anordnung derselben mit Hilfe der schematischen Skizze, Fig. 557, zu erklären. Dieselbe ist für das Bedrucken mit sechs Farben eingerichtet und besitzt demzufolge zunächst die 6 Druckwalzen d, d, d, d, d, d, welche in gleichen Abständen um die grosse, 625 mm. im Durchmesser haltende, als Drucktisch dienende, stark gebaute, gusseiserne Trommel D so angeordnet sind, dass sie zum Zwecke des richtigen Rapports auf das Genaueste eingestellt werden können.

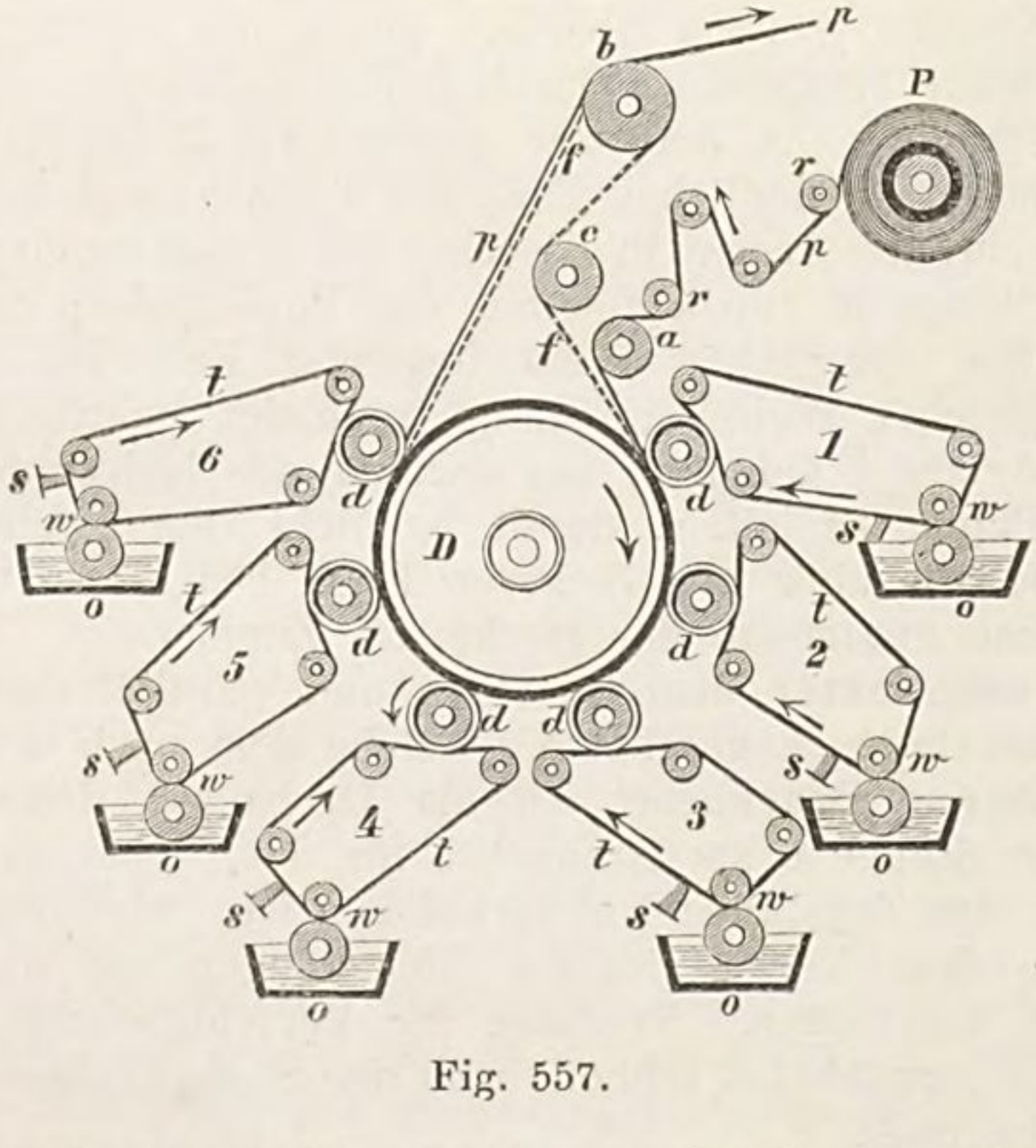


Fig. 557.

Die Drucktrommel D wird von einem endlosen Tuch f umspannt, welches nicht nur durch eine etwas nachgiebige Unterlage das Aufdrucken der Farbe erleichtert, sondern auch durch seine rauhe Ober-

1) Mitth. d. Hann. Gew.-Ver., 1862. S. 135. — Polyt. Centr., 1854. S. 88; 1864. S. 304. — Berliner Verh., 1860. S. 305.

fläche die sichere Mitnahme des von der Walze P ablaufenden Papiers p veranlasst. Damit es ferner nicht auf der Trommel gleitet, wird es durch die Spannwalze c gehörig fest angezogen. — Das durch vier Walzen r, r gespannte und geführte Papier legt sich, von a geleitet, auf das Tuch, um nach und nach zwischen den Druckwalzen und der Trommel D durchzugehen und über die Führungswalze b zum Aufhänge- oder Trockenapparat zu gelangen. — Die in den 6 Farbetrögen o, o, o, o, o, o befindlichen Farben werden zunächst von Tauchwalzen w an endlose Tücher t, t etc. übergeben, welche, nachdem sie durch stellbare Abstreicher s, s etc. von der überflüssigen Farbe befreit sind, sich in der Richtung des Pfeiles um je vier Spannwalzen bewegen, sich an die Druckwalzen anlegen und somit diese ununterbrochen mit Farbe versehen. — Da die grosse Druckwalze etwa 7 bis 8 Umdrehungen in der Minute macht, so ist diese Maschine im Stande, pro Stunde etwa 800 bis 900 m. Papier zu bedrucken.

IV. **Das Trocknen.**

Die Grundsätze, nach welchen das Trocknen der mit Farbe überzogenen Papiere stattfinden muss, stimmen im Allgemeinen mit denjenigen überein, welche S. 851 für geleimtes Papier aufgestellt sind. Daher erfolgt das Trocknen auch auf ähnliche Weise, also entweder durch Aufhängen der einzelnen Bogen oder der langen Papierstücke (Tapeten) in staubfreien Räumen, oder durch Trockenapparate. Im ersten Falle bedient man sich entweder des sog. Aufhängekreuzes (Krücke, Ferlet), das aus einem T-förmigen oder gabelartigen Werkzeug besteht, mit dessen horizontalem, etwa 250 mm. langem Arm die Aufhängestöcke, über welche das Papier gelegt wird, auf die unter der Decke des Arbeitsraumes angebrachten Latten gehoben werden, oder der diese Arbeit nachahmenden Aufhängemaschine (Machine à étendre, *Hanging machine*).[1])

Die eigentlichen Trockenapparate sind nach Art derjenigen gebaut, welche bei der Papiermaschine, Taf. IV., S. 845, beschrieben sind, aber stets so angeordnet, dass das Papier sie nur mit der Rückseite berührt. Mit der Verstreichmaschine verbunden, besteht die Trockenvorrichtung gewöhnlich nur aus einer Trommel, welche dann jedoch des vollständigen, aber doch nicht zu hastigen Austrocknens wegen einen sehr grossen Durchmesser (1,5 bis 2,0 m.) erhalten muss.

V. **Von den Nacharbeiten.**

Manche von den, auf angegebene Weise gefärbten Papieren erhalten noch, theils zum Zwecke eines glänzenden Ansehens, theils zur Vergrösserung ihrer Dauerhaftigkeit, theils zum Schutz der Farben gegen die Einwirkung von Wasser, eine nachträgliche Behandlung durch Glätten, Satiniren, Lackiren u. s. w., wodurch verschiedene Sorten einfarbiger Buntpapiere entstehen.

A. Glätten.

Das Glätten (Lisser) bezweckt erstens die Erzeugung eines Glanzes durch Druck auf der Farbenseite und geschieht auf der sog. Glättmaschine (Lissoir). Der Hauptbestandtheil dieser Vorrichtung ist ein abgerundetes, polirtes Stück Feuerstein, Achat oder Glas oder eine polirte Metallwalze,[2]) welches am unteren Ende einer aufrechten Stange (Glättstange) befestigt

---

1) Polyt. Centr., 1865. S. 1060. — Dingler's Journ., Bd. 178. S. 20. 2) Dingler's Journ., Bd. 173. S. 259.

ist und aus freier Hand oder durch eine Maschinerie eine hin- und hergehende Bewegung über das auf eine starke, glatte Tischplatte gelegte Papier empfängt. Bei dieser Bewegung wird der Glättstein durch eine starke Feder oder ein Gewicht scharf auf das Papier aufgedrückt. Der Glätttisch hat dort, wo der Stein über denselben weggeht, eine seichte, etwa 8 cm. breite, rinnenartige, glatte Vertiefung, vermöge welcher eine grössere Berührungsfläche zwischen Papier und Stein und letzterem eine sichere Führung gegeben wird. Mitunter glättet man nur die Rückseite, wobei diese dann mit Wachsseife bestrichen werden muss.

Ein anderer Zweck des Glättens besteht in der Hervorbringung ebener Flächen durch Beseitigung mancher vom Trocknen zurückbleibender Runzeln, Falten und sonstiger Unebenheiten ohne die Absicht, einen Glanz zu erzeugen. Da in diesem Falle die Aufgabe vollständig mit derjenigen übereinstimmt, welche bei der einfachen Zeug-Appretur (S. 756) vorliegt, so findet auch hier der Walzenkalander ausgedehnte Verwendung, und zwar in einer Konstruktion, welche der durch Fig. 558 vor Augen geführten, S. 757 ausführlich beschriebenen im Prinzip gleicht. Der Hauptunterschied liegt in der Weglassung der Spannprismen b, c, d, e und darin, dass, weil kein Glanz erzeugt werden soll, die Metallwalze weder geheizt, noch den Papierwalzen gegenüber mit anderer Geschwindigkeit ausgestattet wird.

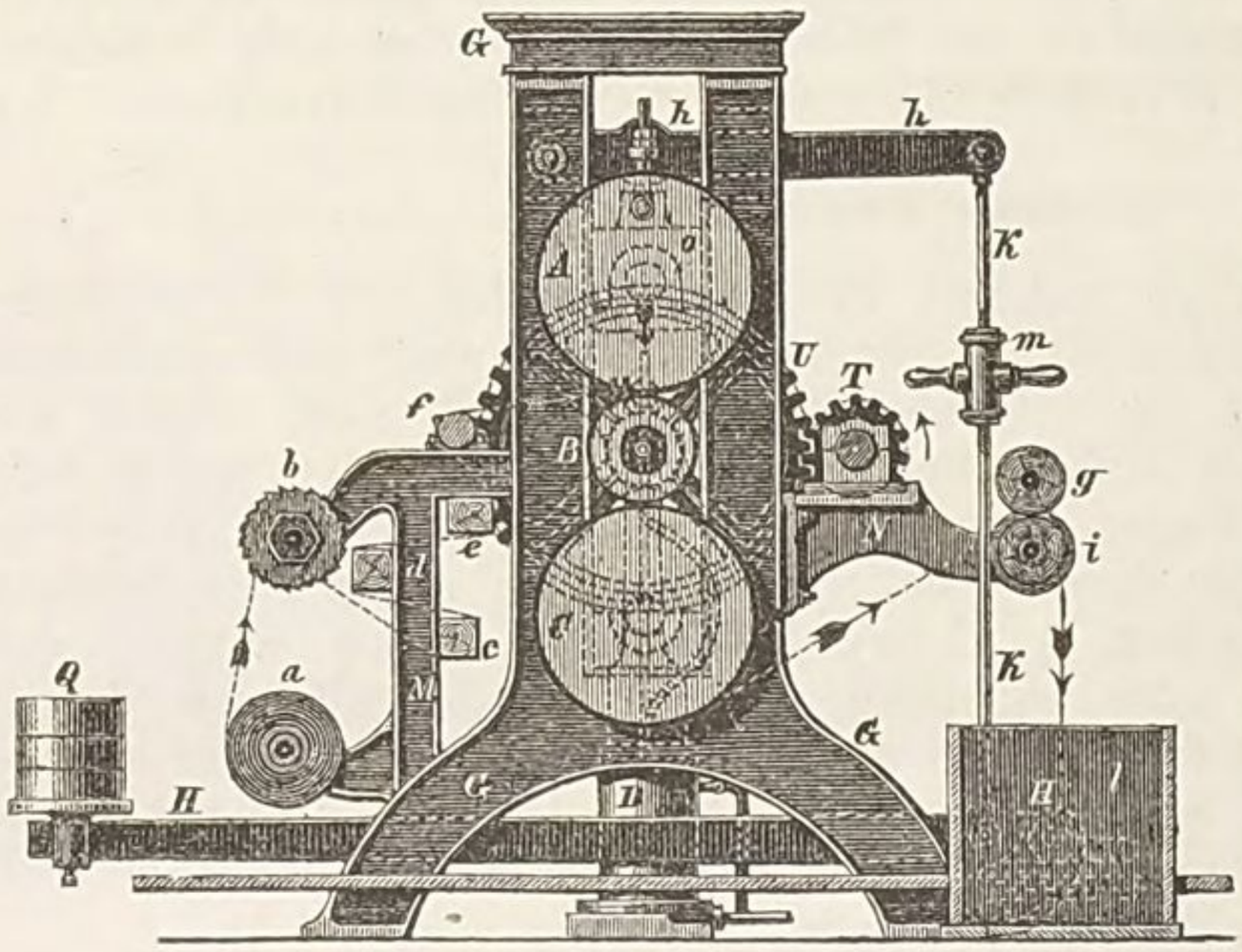


Fig. 558.

Uebrigens mag bemerkt werden, dass dieser Kalander auch zum Glanzglätten (als Glanzkalander S. 758) gebraucht wird.

B. Das Satiniren.

Während das Glätten häufig nur auf der Rückseite des Papiers vorgenommen wird, erfolgt das Satiniren[1]) (Satiner) stets auf der Farbenseite, um dieser einen atlasartigen dauernden Glanz zu ertheilen, der namentlich auch der Feuchtigkeit widersteht. — Man bedient sich zur Erzeugung dieses Glanzes eines Verfahrens, welches mit dem Füllen, S. 753, insofern eine gewisse Aehnlichkeit besitzt, als es sich um das Einreiben eines glänzenden Pulvers in die Poren des Papiers handelt.

Als Pulver benutzt man fein gepulverten Speckstein oder Talk (Talc, Craie de Briançon), welcher durch ein feines Sieb auf das Papier aufgesiebt wird. — Zum Einreiben dienen flache, steife Bürsten, die zur Operation mit der Hand, statt der Walze, mit der Glättstange, S. 875, so scharnierartig verbunden sind, dass sie stets mit der ganzen Fläche anliegen. — Mehr gefördert wird die Arbeit durch die Satinirmaschine

1) Polyt. Centr., 1857. S. 857, 1627; 1860. S. 1270. — Dingler's Journ., Bd. 147. S. 16; Bd. 157. S. 430; Bd. 173. S. 259.

(Satineuse) deren wesentliches Organ die Walzenbürste, und deren Einrichtung etwa folgende ist. Von einer Walze, auf welcher das Papier aufgerollt ist, geht dasselbe über einen Tisch und unter einem mit rauhem Schaffell überzogenen Zylinder durch, der mit Talkpulver bestreut ist und sich langsam in einer der Bewegung des Papiers entgegengesetzten Richtung dreht, wodurch das letztere eine gewisse Menge des Pulvers mitnimmt. Neben diesem Zylinder liegt ein Walzenpaar, welches das Papier zwischen sich nimmt und unter eine schnell rotirende Bürstenwalze führt, welche ausserdem zweckmässig neben der Drehung eine in der Achsenrichtung hin- und hergehende Schiebung erhält, in Folge derer der Satin gleichmässiger wird. — Die Satinirbürsten-Walze kann schon mit der Anstreichmaschine verbunden werden.

C. Das Lackiren oder Firnissen.

In manchen Fällen soll das Papier einen so hohen Glanz erhalten, dass dieser nur durch glänzende Ueberzüge erzeugt werden kann, deren Grundlage entweder Gelatine, Hausenblase, Gummi arabikum und ähnliche wasserlösliche Substanzen bilden oder die aus Harzen (Schellack, Kopal, Dammar etc.) bestehen, welche in Terpentinöl, Spiritus etc. gelöst werden und demnach den S. 447 und 452 aufgeführten Lacken und Firnissen gleich, oder sehr nahe verwandt sind und namentlich die Eigenschaft haben, das Wasser vollständig abzuhalten, so dass solche gefirnisste Papiere abgewaschen werden können.

Das Auftragen der Gelatine- u. s. w. Lösungen oder das Firnissen geschieht gewöhnlich mit Bürsten aus der Hand. Zur Verhütung des Durchschlagens bei Anwendung von Firnissen und Lacken muss zuerst ein Anstrich von Gelatine etc. gegeben werden.

VI. Darstellung der verschiedenen Buntpapiere.

Die vorgehend zusammengestellten Arbeiten, Werkzeuge und Maschinen zur Erzeugung der Buntpapiere kommen in so grosser Abwechselung und von so mancherlei anderen, nur für bestimmte Fälle brauchbaren oder nützlichen Mitteln begleitet, zur Anwendung, dass es geboten erscheint, diese an einer Reihe von Beispielen, welche die grösste Zahl der vorkommenden Buntpapiere umfasst, zu zeigen.

A. Einfarbige Buntpapiere.

Das einfarbige Buntpapier wird entweder bogenweise und dann ausschliesslich mit der Hand, oder in langen Streifen und dann gewöhnlich mittelst der Auftragmaschine, S. 872, erzeugt. — Andere Methoden, die man früher wohl anwendete, z. B. bei Papieren, welche auf beiden Seiten Farbe erhalten sollten durch Eintauchen des Papiers in die Farbe, Aufstreichen der Saftfarben vermittelst eines Schwammes, das Abziehen, wobei das etwas angefeuchtete Papier mit einer Seite auf die Oberfläche der Farbe gelegt und behutsam abgehoben wurde, sind wohl kaum noch in Gebrauch, weil sie schlechte Resultate (fleckiges Papier) liefern.

Zum Anstreichen aus freier Hand bedient man sich der Streichbürste und der Verschlichtbürste, indem man mit der ersteren die Farbe auf das Papier bringt und mit der zweiten hinterher regelmässig ausbreitet. Das Papier liegt dabei auf dem Streichbrette, in dessen Nähe sich der Farbetopf befindet, der durch warmes Wasser, heissen Sand u. dergl. warm gehalten wird.

Mit Hilfe des Aufhängekreuzes werden darauf die bestrichenen Bogen etc. auf Trockenschnüre oder Trockenlatten zum langsamen Trocknen aufgehängt, um endlich nach dem Trocknen geglättet, satinirt oder lackirt zu werden.

Die dadurch erhaltenen verschiedenen Sorten einfarbiger Papiere sind:

1) Sandpapier (Papier mat). Auf einer Seite mit Körperfarbe bestrichen, und entweder gar nicht oder auf der Rückseite geglättet.

2) Geglättete oder Tafftpapiere (Papier lissé). Auf der gefärbten Seite durch Glätten mit Glanz versehen.

3) Blumenpapiere (Papier à fleurs). Auf beiden Seiten mit Saftfarben oder Anilinlackfarben, S. 868, überzogen, auf einer Seite etwas geglättet.

4) Satinirte Papiere, Atlaspapier, Satinépapier, (Papier satiné). Auf einer Seite mit heller Körperfarbe bestrichen und auf oben angegebene Weise satinirt.

5) Titelpapiere. Auf der einen Seite gefärbt und lackirt (daher Papier verni).

B. Gemusterte Papiere.

Bei diesen Papieren ist entweder eine Farbe nach einem bestimmten Muster auf dem Papier vertheilt, oder es befinden sich mehrere Farben neben einander auf demselben. Das Auftragen der Farben geschieht dabei entweder mit der Hand unter Zuhilfenahme verschiedener Werkzeuge, oder mit Maschinen, oder endlich durch eigenthümliche Manipulationen ohne Werkzeuge. Hiernach bilden sich verschiedene Papiergattungen mit verschiedenen Darstellungsmethoden, von denen die wichtigsten hier angeführt werden mögen.

1) Marmorpapier.[1]) Unter den Buntpapieren spielen die Marmorpapiere wegen der bedeutenden Anwendung bei Buchbinder- und Papparbeiten eine Hauptrolle. Bei ihnen ist die Vertheilung der Farben auf verschiedene Weise und zwar nach marmorähnlichen Mustern vorgenommen, so dass Adern, Flecke, Papiergrundfarbe u. s. w. mit einander abwechseln. Je nach der Art ihrer Herstellung unterscheidet man folgende Arten:

a. Gesprengtes Granitpapier (Papier jaspé). Diese granitartige Musterung wird auf folgende Weise erzeugt. Man bespritzt einfarbiges Papier dadurch mit kleinen Farbetröpfchen, dass man eine steife Bürste (aus Queken oder Reisstroh) in die Farbe taucht und mit dem Stiel gegen eine festgehaltene Stange schlägt. Durch Wiederholung dieser Manipulation mit verschiedenen Farben wird das Muster mehrfarbig, durch Anwendung von in Leimwasser vertheiltem Gold mit Goldpunkten versehen.

b. Getupftes Marmorpapier (Papier guilloché). Einfarbig angestrichenes Papier wird mittelst eines Schwammes, eines Pinsels oder Leinwandbausches mit einer oder mehreren Farben nach einander betupft, oder mittelst eines lose zusammengerollten Lappens berollt.

c. Maser-, Fladerpapier. Dieses Papier ist eine Nachahmung der Zeichnungen der Masern verschiedener Holzarten. Zur Herstellung wird ein Bogen mit der entsprechenden Grundfarbe (braun, grau, roth, blau) angestrichen, auf der Rückseite angefeuchtet und mit dieser auf ein schräg stehendes Brett gelegt und durch ein Bürste angedrückt. Dann spritzt man vermittelst eines langen Borstenpinsels Tropfen von schwarzer Farbe auf und neigt das Brett auf verschiedene Weise hin und her, um die

1) Polyt. Centr., 1854. S. 634; 1864. S. 401. — Dingler's Journ., Bd. 142. S. 229; Bd. 170. S. 238.

schwarze Farbe in vielerlei Richtungen auf dem Papier fortfliessen zu machen, wobei ein sogleich nachgespritztes Wasser die kleinen, wellenförmigen Ströme und Adern durch das schnellere Nachlaufen vergrössert und durch Farbenverdünnung eine grössere Mannigfaltigkeit erzeugt. — Richtig gezeichnetes Holzmaserpapier erhält man vermittelst der sogenannten Maserwalzen, (das sind hölzerne Walzen, die mit dickem weissgarem Leder (Büffel-) überzogen sind, in welches man die Holzzeichnungen vertieft eingearbeitet hat), indem man das Papier zweimal mit hellgelber Oelfarbe anstreicht, nach dem Trocknen einen Ueberzug von Terrasienna, Umbra u. s. w. in Essig verrieben giebt, dann die angefeuchteten Walzen mit starkem Drucke über das Papier rollt, und endlich nach dem Trocknen mit Kopalfirniss überzieht.

d. Herrenhuterpapier, Kleistermarmorpapier. Man rührt die Farbe statt mit Leim mit Kleister an und streicht sie dünn auf ein mit Wachstuch überzogenes Brett; desgleichen bestreicht man den Papierbogen dünn mit derselben Farbe, legt ihn mit der Farbenseite auf dies Brett, drückt überall an und zieht ihn wieder ab, wobei sich die Farbe in den verschiedensten Zeichnungen anhäuft und vertheilt. — Statt des Brettes kann man auch einen zweiten Papierbogen mit Farbe bestreichen, wodurch dann zwei Bogen gleichzeitig fertig werden.

e. Türkisches Papier, buntes Marmorpapier, marmorirtes Papier im engeren Sinne (Papier marbré, *Marbled paper*). Dieses Papier besitzt die Farbenvertheilung in der That nach marmorähnlicher Weise in zwei, drei, vier und mehr Farben, also in höchst mannigfaltiger Abwechselung und erfordert zur Herstellung eine bedeutende Geschicklichkeit, weil doch immer eine gewisse Anzahl Bogen, z. B. ein Ries, einigermassen gleichmässig gezeichnet sein sollen. Das Verfahren ihrer Erzeugung ist dem obigen Abziehen ähnlich und besteht darin, dass die Farben in entsprechender Vertheilung und ganz dünner Lage auf eine ungefärbte Flüssigkeit und von dieser durch Abziehen auf den Papierbogen gebracht werden. — Die Flüssigkeit, welche die Farben zu tragen bestimmt ist, heisst das Marmorirwasser (Gomme) und muss von dickflüssiger Beschaffenheit sein, damit die Farben nicht untersinken. Man bereitet es aus Traganthschleim oder Flohsamenschleim, indem man Traganthgummi mehrere Tage hindurch mit kaltem Wasser einweicht (den Flohsamen kocht) und durch Leinwand drückt und der etwa syrupdicken Masse etwas Alaun zusetzt, um sie gegen das Verderben zu schützen. — Die Farben (Körperfarben und Saftfarben) werden nicht mit Leim, sondern mit Wasser und Ochsengalle (der man öfters etwas Kampherspiritus zusetzt) aufs Feinste abgerieben. — Hierauf wird das Mormorirwasser in einen hölzernen viereckigen, oben offenen Kasten, Marmorirkasten (Baquet à marbrer) gebracht, der in der Grösse das Papierformat an allen Seiten um 7 bis 8 cm. überragt und etwa 10 bis 15 cm. tief ist, und dessen Boden 4 bis 7 cm. hoch von der Flüssigkeit bedeckt wird. Dann nimmt man einen Borstenpinsel, taucht ihn in diejenige Farbe, welche auf dem Papier besonders hervortreten soll und schlägt mit einem Holze so auf dessen Stiel, dass Tropfen abfliegen, die man durch die Haltung des Pinsels in gewisser Weise zwingt, auf das Marmorirwasser zu fallen, wo sie sich zu mehr oder weniger runden und grossen Flecken ausdehnen. In derselben Weise setzt man auf diese Tropfen andere, nach der Regel, dass die hellen Farben den dunklen vorangehen, bis alle Farben aufgespritzt sind. Dabei verdrängt jede folgende Farbe theilweise die vorhergehende, bildet Streifen, Adern, Vermischungen u. s. w. Ist auf solche Weise der Marmor ent-

standen, so legt man den Papierbogen behutsam und gleichmässig auf das Marmorirwasser, hebt ihn eben so behutsam auf und hängt ihn zum Trocknen hin. Nach dem Trocknen wird jeder Bogen nochmals auf gleiche Weise durch dünnes Leim- oder Gummiwasser gezogen (um die Farben zu befestigen), getrocknet und geglättet, nachdem man die farbige Seite mit etwas Wachsseife abgerieben hat. — Durch mancherlei Kunstgriffe kann man mit diesem Verfahren noch viele Variationen erzeugen. Sprengt man z. B. auf das Marmorirwasser, nachdem alle Farben aufgespritzt sind, Wassertropfen, so tritt an den Stellen, wo diese hingefallen sind, die Grundfarbe des Papiers hervor, und nimmt man statt des weissen Papiers ein farbiges zum Abheben, so entstehen die sogenannten englischen Marmorpapiere. — Wenn man mit den Spitzen eines groben Kammes über die Oberfläche des Marmorirwassers in beliebigen Zügen hinfährt, so verziehen sich die Adern und Flecken, diesen Zügen entsprechend; hiernach lässt sich die Zeichnung noch mit einer gewissen Willkür verändern.

2) Irispapier (Papier irisé). Die Färbung dieses Papiers besteht in einer Anzahl Streifen von verschiedenen (2 bis 6) Farben, die neben einander herlaufen und deren Ränder in einander übergehen, wodurch allmähliche Farbenübergänge gebildet werden. Zu ihrer Herstellung giebt es verschiedene Methoden.

a. Man nimmt einen viereckigen Kasten aus Weissblech, welcher durch senkrechte Querwände in so viele Fächer getheilt ist, als farbige Streifen auf dem Bogen Platz finden sollen und füllt in diese Behälter die mit etwas Ochsengalle versetzten Farben, nach der gewünschten Reihenfolge. Dann nimmt man die obenerwähnte kammartige Bürste von der Länge gleich der Bogenbreite und etwa 25 mm. breit, auf welcher die langen weichen Borsten, der Eintheilung des Kastens entsprechend, büschelweise vertheilt stehen, so dass beim Eintauchen jeder Büschel eine besondere Farbe aufnimmt. Diese Bürste wird, mit Farbe versehen, ein Mal in geradem Zuge über das Papier geführt, wodurch alle Streifen gleichzeitig mit kleinen dazwischen leer gebliebenen Streifen gebildet werden. Indem man nun mit einer trockenen Pferdehaarbürste von gleicher Länge über die Streifen in der Längenrichtung derselben wegzieht und die Bürste zugleich etwas hin- und herbewegt, werden die Farben nicht allein verschlichtet, sondern auch mit ihren Rändern verschmolzen, wodurch die Uebergänge entstehen.

b. Die zweite Methode besteht in Anwendung von Schablonen, die man aus Glanzpappe in der Weise ausschneidet, dass jede Schablone von der Grösse des Bogens diejenigen Ausschnitte erhält, die einer Farbe entsprechen, sowohl was die Grösse als die Vertheilung anbetrifft und die man der Nässe wegen mit Firniss überzieht. Diese Schablonen wendet man nach einander mit der Vorsicht an, die vorhergehende Farbe etwas abtrocknen zu lassen. Dieses Abtrocknens wegen wird der Verstreichpinsel nass angewendet. — Diese Methode findet namentlich dann Anwendung, wenn die Streifen nicht in geraden, sondern in krummen Linien verlaufen sollen.

c. Nach der dritten Methode werden die bereits auf den Druckformen verwaschenen Streifen aufgedruckt (siehe später).

3) Kattunpapiere. Zu diesen Papieren werden alle diejenigen gezählt, welche auf weissem oder farbigem Grunde Muster besitzen, wie sie an dem Kattun vorkommen. Diese Muster werden, wie in der Kattundruckerei, mittelst Formen und der Maschine, S. 874, aufgedruckt.

4) Gold- nnd Silberpapier, Sammtpapier. — Gold- und Silberpapier (Papier doré, *Gold paper*; Papier argenté, *Silver paper*) nennt man

bekanntlich das mit Blattgold oder Blattsilber (S. 200) überzogene Papier und unterscheidet unächtes und ächtes, je nachdem man unächtes oder ächtes Blattgold oder Blattsilber verwendet. Zur Herstellung desselben (siehe hierzu S. 455) überzieht man Papier zunächst mit einer Grundfarbe, welche bei Gold aus einer Mischung von Ocker (auch wohl Bolus, Umbra und Zinnober) mit Gummilösung, bei Silber aus Bleiweiss mit Leim besteht. Diesen Ueberzug lässt man so weit abtrocknen, dass er noch ein wenig klebt, und legt dann behutsam das Metall Blatt an Blatt so auf, dass keine Lücken, Runzeln u. s. w. entstehen, drückt es mit Baumwolle überall gut an und lässt darauf trocknen. Nach völligem Trocknen legt man dünnes Papier auf den Metallüberzug und glättet auf der Glättmaschine durch diese schützende Papierüberlage.

Nach einer anderen Methode legt man das Metall nicht direkt auf den Grund, sondern lässt diesen erst völlig austrocknen, überzieht ihn bei Gold mit einer dünnen Leinölfirnissschicht, bei Silber mit einer Lösung von Eiweiss in Wasser (das Weisse eines Eies mit 175 Gr. Wasser). Dann verfährt man weiter wie oben.

Das unächte Gold- oder Silberpapier wird auch durch Bestreichen des Papiers mit in Leimwasser angerührtem, gelbem oder weissem Metallbronzepulver, S. 455, erhalten. — Mancherlei andere Vorschriften zur Herstellung solcher Papiere mit Metallüberzügen sind nicht von wesentlicher Bedeutung.

Ueber die sogenannte Sammt- oder velutirten Papiere (Papier velouté) gilt das S. 886 bei den velutirten Tapeten Vorkommende.

C. Gepresste Papiere.

Die S. 849 erwähnte Eigenschaft des Papiers, in feuchtem Zustande zwischen Formen gepresst, nach dem Trocknen die erhaltenen Eindrücke zu behalten, oder in trockenem Zustande sich wie Blech (S. 229) nach beliebigen Mustern durchbrechen, oder (S. 236) ausschlagen zu lassen, benutzt man vielfach zur Erzeugung von vertieften oder erhabenen Figuren oder durchbrochenen Mustern, deren Mannigfaltigkeit noch durch Anwendung von bunten oder mit Gold-, Silber- etc. belegten Papieren erhöht werden kann. Diese Papiere werden allgemein gepresste, gaufrirte (Papier gaufré, *Ornamented paper*) oder durchbrochene Papiere genannt, und können gemeiniglich den Buntpapieren zugezählt werden.

Zur Herstellung derselben lassen sich mehrere übrigens im Prinzip übereinstimmende Wege einschlagen.

1) Man gravirt oder ätzt nach dem vorgeschriebenen Muster eine Kupfer-, Messing- oder Stein-Platte, legt den angefeuchteten Bogen darauf und lässt beide, nachdem man noch eine weiche Decke von Makulaturpapier und ein Stück Flanell darüber gelegt, durch ein Walzwerk gehen, das wie die bekannte Kupferdruckpresse konstruirt ist. — Um dabei das vollständige Durchgehen der Platte auf die andere Seite des Walzwerkes zu umgehen, giebt man diesem wohl eine alternirende Bewegung oder nimmt statt ganzer Walzen dann auch nur zwei Walzensektoren.

2) Eine zweite Methode besteht darin, dass man das Papier durch ein Walzwerk, ähnlich der Kupferdruckpresse, gehen lässt, dessen obere Walze das Muster vertieft enthält. Sie ist durch ihre kontinuirliche schnellere Wirkung, namentlich für gängige Papiersorten, der anderen demnach vorzuziehen. Die obere Walze wird aus Messing, auch aus Eisen mit Messing umgossen hergestellt, und das Muster entweder auf der Guillochirmaschine oder mit Hilfe des Grabstichels, der Punzen und Rändelräder

erzeugt. Die Unterwalze ist entweder aus Eisen und dann wird das Papier auf einer weichen Unterlage durchgezogen, oder man macht sie aus Papier, wie die Kalanderwalze (S. 756). In diesem Falle drückt sich die papierne Gegenwalze in die Vertiefung ein und nimmt einen umgekehrten Abdruck davon an, wodurch nicht allein die Unterlage überflüssig, sondern auch die Gaufrirung des Papiers ohne Ende ermöglicht wird.

3) Handelt es sich um die Erzeugung von Durchbrechungen oder Pressungen auf mässig dickem Papier und sind die Figuren verhältnissmässig tief resp. hoch, so dass die Anwendung von Kupferplatten oder Walzen nicht mehr genügt, wenn nicht eine Gegenwalze von hartem Material vorhanden ist, welche die Zeichnungen der Form umgekehrt enthält, so wendet man, auch weil die grosse Schwierigkeit, welche in der Herstellung solcher Walzen liegt, die Anwendung derselben nur auf kleine Gegenstände, z. B. auf Borden beschränkt, Prägmaschinen (Prägstöcke) und Durchbruchmaschinen an. Diese Maschinen stimmen ganz mit denjenigen der Metallarbeiter, S. 159, überein. Ihre Hauptbestandtheile sind die Unterlage (Stanze), welche das Muster, am besten in Stahl gearbeitet, enthält, der Oberstempel von Messing oder Kupfer, welcher in der Stanze selbst geprägt ist, und der Bewegungsmechanismus, in der Regel, Fig. 559, aus einer starken eisernen Schraube mit Schwengel und Schwungkugeln oder einer Hebelvorrichtung bestehend. — Wenn man gleichzeitig mit der Hervorbringung der Figuren Durchbrechungen erzeugen will, so muss man die Umrisse aller derjenigen Theile, welche Oeffnungen oder Auszackungen bilden sollen, auf der Walze oder Stanze mit schneidigen Kanten versehen, wie die Aushauer.

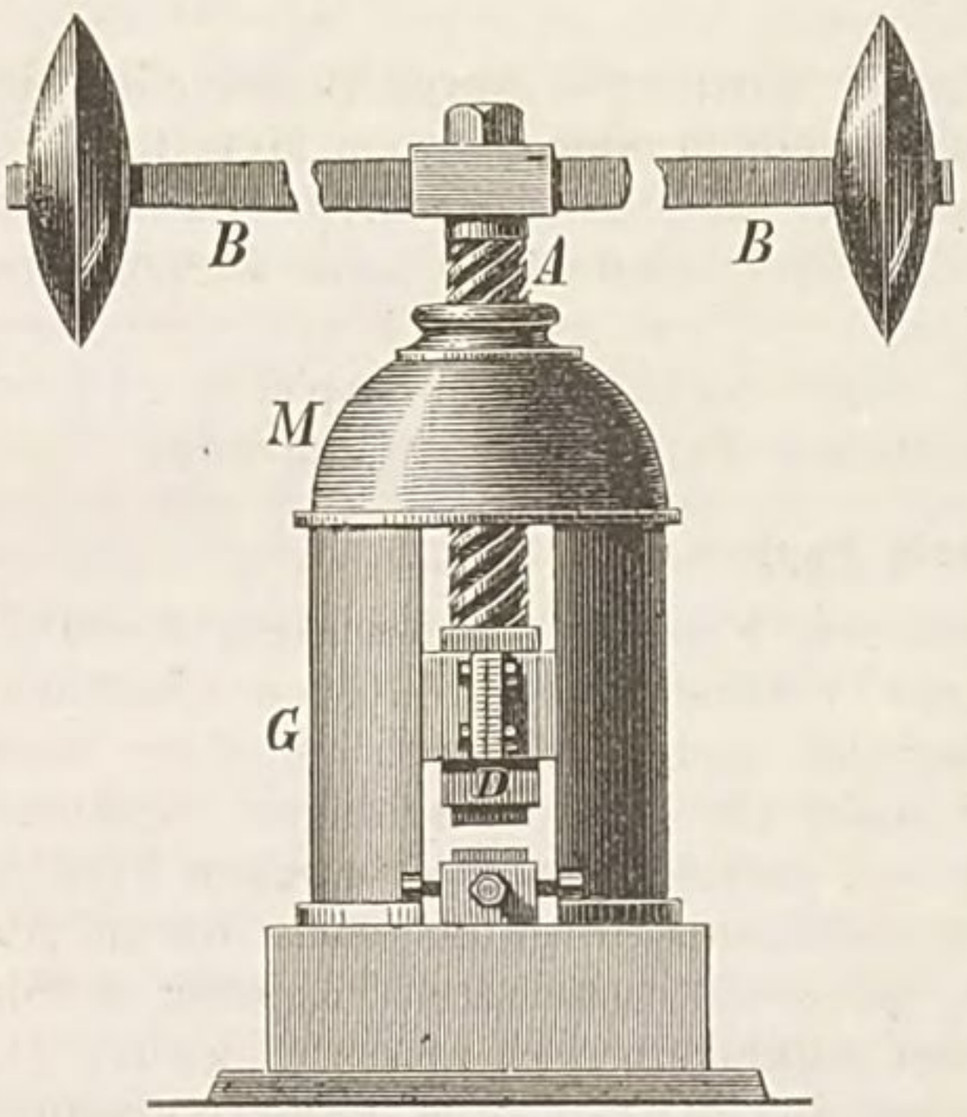


Fig. 559.

Uebrigens eignen sich zu demselben Zwecke auch die S. 166 näher beschriebenen Schlagwerke. Fig. 560 und 561.

Von den gepressten Papieren mögen folgende als die wichtigsten hervorgehoben werden.

1) Marokinpapier, Saffianpapier. Dieses Papier hat seinen Namen von der Aehnlichkeit mit dem eigenthümlich körnigen Ansehen des Marokin oder Saffian genannten Leders. Zur Herstellung desselben nimmt man mit der entsprechenden Farbe auf einer Seite versehenes Papier und Druckplatten oder Walzen, welche durch sich kreuzende Reifen oberflächlich mit kleinen unmittelbar neben einander liegenden rautenförmigen Erhöhungen versehen sind.

2) Chagrin- oder Schagrinpapier. Auch dieses Papier ist dem ebenso genannten Leder nachgebildet, entweder durch Walzen oder Platten oder auch auf dieselbe Weise wie das Chagrinleder.

Beide Papiersorten werden (vor dem Pressen) entweder mit einem weingeistigen Kopal- oder Mastixfirniss lackirt oder mit einem glanzgebenden Ueberzug von Hausenblase oder Pergamentleim versehen. Im

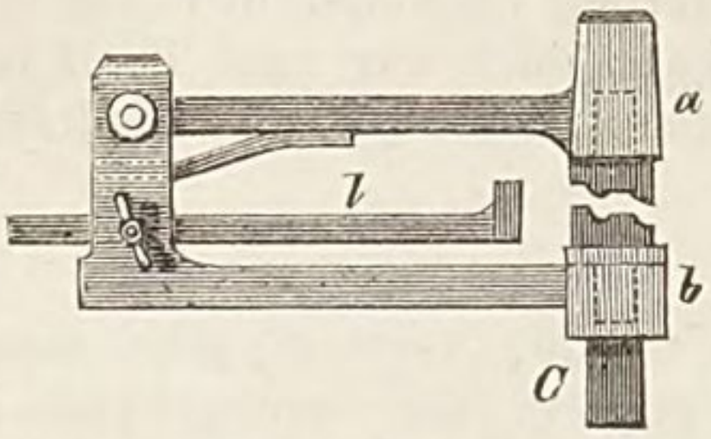


Fig. 560.

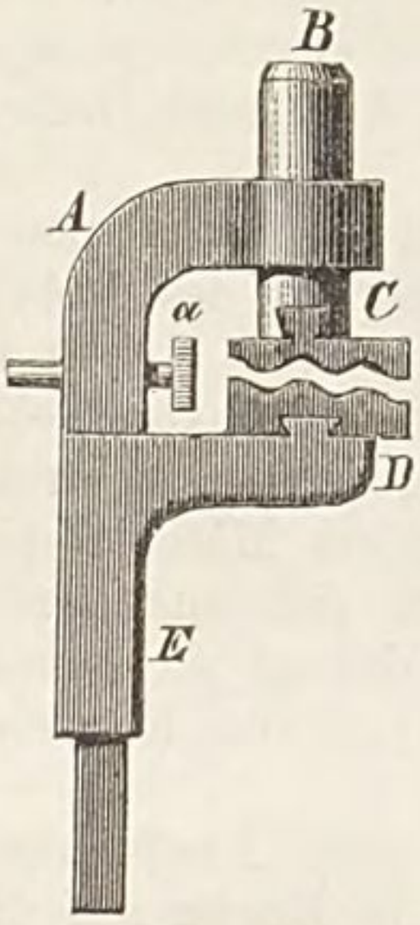


Fig. 561.

letzteren Falle setzt man der Leimlösung etwas Alaun, Salpeter und Weinstein zu, um ihr die Eigenschaft zu nehmen, beim Benetzen zu kleben.

3) Gepresstes Satinépapier;

4) Gepresstes Irispapier;

5) Gepresstes Gold- und Silberpapier.

Alle drei Gattungen sind genügend durch den Namen bezeichnet.

6) Gepresste Visitenkarten aus Kreidepapier (s. S. 890). Die Pressungen werden nach dem Drucke in der Kupferdruckpresse oder im Prägstocke hervorgebracht, in welchem letzteren Falle die Karten auch in der gewünschten Umrissgestalt ausgeschnitten werden.

7) Gepresstes Strohpapier zu Damenhüten, Zigarrenetuis, Kästchen u. s. w. Das Muster ist dem Strohgeflecht der Damenhüte nachgebildet und die Farbe des Papiers gleicht der Strohfarbe.

8) Damastpapier. Das Muster dieses ungefärbten Papiers ist dem bekannten Damastgewebe entnommen. Man benutzt es zu Servietten, Vorhängen, Tafeltüchern u. s. w.

9) Spitzenpapier, Tüllpapier. Dieses Papier entsteht durch Abpressen eines wirklichen Spitzen- oder Tüllstückes auf Papier. Entweder spannt man ein Stück Spitze oder Tüll auf einen Rahmen, tränkt es mit Leimwasser, um es steif zu machen und lässt es mit dem angefeuchteten Papier zwischen zwei Metallplatten und einer weichen Gegenlage durch zwei Druckzylinder gehen; oder man klebt das Spitzen- oder Tüllstück vermittelst Stärkekleister zwischen zwei dünne Bogen Velinpapier und benutzt diese als Form in der Weise, dass man es scharf ausgetrocknet auf jeder Seite mit einem Papierbogen belegt und zwischen Pressspänen oder polirten Zinkplatten durch die Presswalzen gehen lässt.

10) Gepresste Borden, Schilder, Arabesken, Lampenschirme u. s. w. mit Durchbrechungen, werden auf Walzen, im Prägstocke oder auch dadurch hervorgebracht, dass man nur eine Stanze anwendet und durch Aufschlagen eines Bleihammers das Papier in die Form treibt und an den schneidenden Kanten der Stanze zertheilt. Wiederholt sich dabei das Muster, so enthält es die Stanze in der Regel nur einmal, so dass man das Papier immer vorzurücken genöthigt ist. Die dadurch verloren gehende Zeit gewinnt man wieder, indem man eine Anzahl Papierstreifen u. s. w. auf einander gelegt gleichzeitig in Arbeit nimmt.

11) Papierspitzen. Dieses Fabrikat ist eine wirkliche Nachahmung der geklöppelten Spitzen. Als Material wählt man dünnes, gewöhnlich weisses Velinpapier und schlägt dieses auf einer nach dem gewünschten Muster gearbeiteten Stanze aus, wozu man sich häufig eines bleiernen Hammers bedient. Man legt dabei je nach der Dicke des Papiers mehrere, 4 bis 8 Lagen gleichzeitig auf die Stanze und drückt sie wohl durch eine Presse soweit ein, dass einige Schläge zum Durchhauen genügen; hierdurch wird nicht allein die Arbeit beschleunigt, sondern auch die Form sehr geschont. Die Papierspitzen, deren Anwendung zu Lampenschirmen, zum Einfassen der Konditorwaare, Bedecken der Zigarren, Einwickeln von

Blumenbouquets u. s. w. bekannt genug ist, werden entweder in Form von Bändern oder Blättern hergestellt und dann ganz oder nur zum Theil mit Durchbrechungen versehen, wie z. B. dergleichen Briefbogen nur Spitzeneinfassungen bekommen.

D. Tapeten.

Wie bereits oben S. 869 hervorgehoben wurde, versteht man unter Tapeten eine besondere Gattung von Buntpapier, die durchgehends in längeren (9 bis 11 m.) Streifen von 0,5 m. oder einer solchen Breite sind, dass durch eine Längentheilung des Maschinenpapiers zwei Streifen entstehen, und die selten einfarbig, gewöhnlich mit umfangreicheren Mustern versehen sind, die sich in der Regel in einem Stück öfter wiederholen, mitunter aber über mehrere Stücke ausdehnen und durch Aneinanderreihen derselben erst eine abgegrenzte Figur bilden.

Was die Wahl des Papiers anbetrifft, welches man zu den Tapeten verwendet, so richtet sie sich zum Theil nach der Kostbarkeit des Fabrikates. Zu Tapeten, welche wegen der reichen Musterung viele Arbeit in der Herstellung verlangen und bei denen man durch Anwendung von Gold, Silber, Bronze, Wollstaub u. s. w. das Vollendetste zu erreichen bestrebt ist, nimmt man dem entsprechend ein starkes, aus bestem Material bereitetes Papier, während man zu den ordinären Tapeten sich auch ordinärer Papiersorten bedient. Im Allgemeinen hat man darauf zu sehen, dass das Papier gut geleimt, namentlich aber auch frei ist von Runzeln, Knoten, Falten und harten Erhabenheiten.

Insofern die Fabrikation der Papiertapeten nur als eine Ausdehnung der Buntpapierfabrikation zu betrachten ist, kann hier in Bezug auf die zu verwendenden Farben auf das verwiesen werden, was dort über dieselben angeführt wurde. Nur ist zu bemerken, dass die Farben im vorliegenden Falle stets gehörig deckend gemacht werden müssen, damit die eine nicht durch eine andere darüber gesetzte hindurch scheint.

Das Bedrucken bildet zwar bei der Darstellung der Tapeten die Hauptarbeit; dieser gehen aber nicht allein Operationen von Wichtigkeit voran, sondern es folgen ebenfalls noch häufig Vollendungsarbeiten, so dass die ganze Fabrikation in drei Theile zerfällt, in die Vorarbeiten, in die Arbeiten des Bedruckens und in die Vollendungsarbeiten.

1) **Die Vorarbeiten.** Zu den Vorarbeiten gehören: das Grundiren, Glätten und Satiniren.

a. Das Grundiren. Das Grundiren (Foncer, *Grounding*) bezweckt, entweder durch Ueberziehen des Papiers mit einer Farbe einen sogenannten Grund (Fond, *Priming*) als Grundlage für die Farben zu bilden, oder durch Auftragen einer weissen Substanz (bei Tapetem mit weissem Grunde) die mangelhafte, unreine und ungleichmässige Beschaffenheit der Papieroberfläche zu beseitigen. Das Grundiren ist demnach eine Arbeit, die immer, vielleicht nur bei den ordinärsten Sorten ausgenommen, stattfindet. Nur in dem Falle geht dem Grundiren noch das Leimen voran, wenn man eine Saftfarbe als Grundfarbe anwenden will. Beide Operationen werden auf gleiche Weise ausgeführt, nur dass man beim Leimen eine lauwarme Leimlösung, beim Grundiren die angemachte Farbe gebraucht, und zwar entweder als Handarbeit oder mit Maschinen.

Bei der Handarbeit ist das Verfahren folgendes. Man breitet das Papier, in den verlangten Dimensionen zugeschnitten, auf einem Tische aus, der ein klein wenig länger und breiter ist als das Stück Tapete, und der Länge nach einen schwachen Bogen bildet (in der Mitte also etwas

höher ist), um das Papier fester aufliegen zu machen. Mehrere Arbeiter, gewöhnlich vier, sind mit langhaarigen schmalen Bürsten versehen, deren Länge die Breite des Papiers etwas übertrifft. Sie tauchen ihre Bürsten in die Leimfarbe oder die lauwarme Leimlösung, setzen sie, einer nach dem anderen, auf und gehen, unter stetem Hin- und Herziehen der Bürsten in der Breitenrichtung des Papiers, rasch an dem Tische hinunter. Die wellenförmige Streifung, die dabei jede Bürste macht, verursacht eine Kreuzung aller Streifen und in Folge dessen eine regelmässige Vertheilung der Farbe. In der kurzen Zeit, welche die Arbeiter gebrauchen, um einen solchen Marsch auszuführen, ist die Tapete vollständig grundirt, so dass an einem Tage leicht 500 Stück grundirt werden können. Zur regelmässigen Vertheilung der Grundfarbe bedient man sich auch der Vertreib- oder Verschlichtbürsten, die in gleicher Weise, aber nicht mit Farbe versehen, gebraucht werden.

Die grundirten Papiere werden dann, bevor eine andere Operation damit vorgenommen wird, getrocknet. Zu dem Zwecke sind unter der Decke des grossen Arbeitsraumes Latten in paralleler Entfernung von 0,6 m. angebracht. Ausserdem ist eine grosse Anzahl gerader, runder, etwa 25 mm. dicker Stäbe aus leichtem Holze von 0,75 m. Länge vorhanden und ebenso eine Anzahl Aufhängekreuze, S. 875, deren Stiele so lang sind, dass man bequem damit bis an die Deckenlatten reichen kann. Zum Aufhängen schieben nun zwei Arbeiter zwei Stäbe unter die noch auf dem Tische liegende Tapete und zwar so, dass jeder Stab um den vierten Theil der Papierlänge von den Enden des Papiers zu liegen kommt. Vermittelst der Aufhängekreuze werden nun diese zwei Stäbe, somit das Papier, in die Höhe gehoben und durch Auflegen der Stäbe auf die Deckenlatten wird das Papier in vier herunterhängenden Blättern so dem Trocknen überlassen. Nach dem Trocknen wird es auf ähnliche Weise herunter genommen und dann zusammengerollt den weiteren Arbeiten übergeben.

Die grosse Uebereinstimmung, welche zwischen dem Grundiren der Tapeten und dem Auftragen der Farbe bei der Anfertigung des einfarbigen Buntpapiers stattfindet, macht die Anwendung der angegebenen Verstreichmaschine ohne Weiteres erklärlich. Dieselben führen hier jedoch den Namen Grundir- oder Fonzirmaschinen (Machine à foncer).

b. Glätten (Lisser, Lissage, *Smoothing*). Um der Tapete eine durchaus ebene und glatte Beschaffenheit zu ertheilen, wird das grundirte und getrocknete Papier vor dem Drucke nach den S. 875 angegebenen Regeln geglättet und zwar entweder mit der Hand oder mit Maschinen. Diese Arbeit stimmt wesentlich überein mit der gleichnamigen Arbeit bei der Fabrikation der Buntpapiere, der Presspäne u. s. w., nur dass sie, um den Glanz zu vermeiden, auf der nicht grundirten Seite vorgenommen wird. Es finden auch die bei der Buntpapierfabrikation beschriebenen Vorrichtungen dabei Anwendung, namentlich die Glättstange (Lisse) mit der Glättwalze und mechanischem Antrieb und der Kalander, welcher letzterer ausser dem Vortheil der kontinuirlichen Arbeit auch noch den besitzt, dass er einen geringen Glanz hervorbringt, wie er bei den einfachen oder matten Tapeten (Papiers mats, P. communs) gewünscht wird.

c. Das Satiniren (Satiner, Satinage). Hat man dahingegen die Absicht, den Grund glänzend zu machen (für die Glanztapeten), so kann dies nicht durch Glätten allein geschehen, weil dieser Glanz bei der geringsten Nässe, z. B. beim Aufkleben, sofort verschwinden würde. Zur Erzeugung eines dauernden Glanzes dient das Satiniren, S. 876. Auf den

Umstand, ob die Tapete matt bleiben oder satinirt werden soll, ist übrigens schon bei der Wahl der Grundfarbe Rücksicht zu nehmen. Man versetzt nämlich die Grundfarbe im ersteren Falle zur Erlangung einer hellen Schattirung mit Kreide oder Bleiweiss; hingegen mit sehr feinem Gips, wenn man die Tapete satiniren will. — Das Satiniren selbst besteht nun in der Hervorbringung einer glänzenden Oberfläche durch Verstopfung aller kleinen Vertiefungen vermittelst des Talkpulvers. Es wird in die Papieroberfläche durch eine der oben erwähnten Satinirvorrichtungen so lange scharf eingerieben, bis der erwünschte seidenartige Glanz entstanden ist.

Statt den Talk in trockenem Zustande zu verwenden, rührt man ihn zuweilen auch gleich zwischen die Farbe oder setzt ihn theilweise derselben zu und gebraucht dann nachträglich trockenes Pulver.

Ein anderes Verfahren besteht in Folgendem. Man reibt frische Kalkmilch durch ein feines Drahtsieb und trägt sie vor der Grundfarbe auf das Papier auf. Bevor der Anstrich trocken geworden ist, werden die Farben, statt in Leimwasser in Milch angerieben, auf gewöhnliche Weise aufgetragen. Nach dem Trocknen des ersten Anstrichs wird ein zweiter aus Farbe und Milch gegeben und dies so lange wiederholt, bis der gewünschte Ton vorhanden ist. Hierauf wird getrocknet und dann durch Bürsten der Glanz erzeugt.

Es kommt mitunter vor, dass die Tapeten nur stellenweise satinirt werden sollen, um matte Partien durch glänzende zu trennen. In diesem Falle wird das Papier mit einem Rahmen belegt, der mit einer schablonenartig ausgeschlagenen Blechtafel benagelt ist. In diesen Rahmen giebt man das Talkpulver und bürstet, wodurch dann nur solche Stellen des Papiers satinirt werden, welche nicht von dem Bleche bedeckt sind.

2) **Das Bedrucken.** Je nachdem das Bedrucken (Impression, *Printing*) der vorbereiteten Tapeten mit Klötzen auf dem S. 873 beschriebenen Drucktisch mit Hebel oder vermittelst der Walzendruckmaschine (Tapetendruckmaschine) vorgenommen wird, unterscheidet man Handdruck und Maschinendruck. Beide Druckmethoden stehen in ausgedehnter Verwendung — der Handdruck namentlich für die feinen zartgemusterten, der Maschinendruck mehr für die gewöhnlichen Tapeten — und werden mit den oben ausführlich erörterten Mitteln ausgeführt.

3) **Nacharbeiten.** Mit dem Bedrucken und einem darauf folgenden Glätten sind die meisten Tapeten Handelswaare und werden nur noch aufgerollt, wozu man neuerdings auch Maschinen anzuwenden versucht hat. Viele Tapeten erfordern aber noch eine nachträgliche Behandlung, welche entweder zu weiterer Vollendung oder aus Zweckmässigkeitsgründen vorgenommen wird und wodurch besondere Arten von Tapeten entstehen.

a. Velutiren. Durch das Velutiren werden die sogenannten Woll- oder Sammttapeten, auch bestäubte oder velutirte Tapeten (Papier velouté, P. soufflé, P. tontisse, *Flock paper*) genannt, hergestellt, welche das Eigenthümliche haben, dass sie ganz oder an einzelnen Stellen mit einer dünnen Decke aus feinen Wollhärchen gleichförmig, so zu sagen sammtartig, überzogen sind. Man benutzt als Material dazu die beim Scheren des Tuches abfallende, sogenannte Scherwolle, S. 747, oder einen Wollstaub, der durch Zermahlen und Sieben von Wolle erzeugt ist, welche mit Seifenwasser gehörig gereinigt und in der Regel mit Anilinfarben gefärbt wird.

Die Stellen der Tapeten, Bordüren etc., welche velutirt werden sollen, bedruckt oder bestreicht man mittelst hölzerner Formen oder Bürsten mit

einem sehr zähen Leinölfirniss, den man durch Kochen von altem Leinöl mit Bleiglätte erhält und noch mit Bleiweiss verdickt.

Auf diese bedruckten Stellen wird das Wollpulver durch folgenden Apparat aufgetragen. Man hat einen hölzernen Kasten von etwa 2 bis 2,5 m. Länge, 0,37 bis 0,45 m. Tiefe, der unten 0,6, oben 0,9 m. breit ist, als Boden ein sehr straff gezogenes Kalbleder oder Pergament und einen aufzuklappenden Deckel besitzt. Damit der Boden zugänglich ist, ruht der Kasten auf vier 0,6 bis 0,7 m. hohen Beinen. Die mit Firniss bedruckte Tapete wird nun über den einen schmalen Rand in den Kasten gezogen, auf den Lederboden flach gelegt und vermittelst eines Siebes mit Wollstaub bestreut. Darauf schliesst man den Deckel und trommelt von unten gegen den Lederboden mit solcher Gewalt, dass sich der Staub durch den ganzen Kasten vertheilt und in Folge der Erschütterungen fest auf die Tapete setzt. Nachdem dies geschehen, wird das bestäubte Stück durch Abschlagen von der überflüssigen Wolle befreit und ein neues Stück vorgeschoben, bis die ganze Tapete velutirt ist und zum Trocknen des Firnisses aufgehängt werden kann.

b. Firnissen. Mit dem Firnissen bezweckt man, den Tapeten einen hohen Glanz zu geben, sie gegen Feuchtigkeit zu schützen, so dass sie abgewaschen werden können, und widerstandsfähiger zu machen. Man bedient sich dazu in der Regel des Kopalfirnisses, der mit grossen Bürsten wie beim Grundiren aufgetragen wird. Namentlich sind es die sogenannten Holztapeten, welche gefirnisst werden, um ihnen das Ansehen polirter Holzflächen zu geben.

c. Gaufriren. Das Gaufriren oder Pressen giebt den Tapeten dieselbe Beschaffenheit, wie dies bei dem Gaufriren des Buntpapiers bereits (S. 881) angeführt ist, und wird regelmässig durch gemusterte Walzen in der Walzenpresse vorgenommen. Wenn man tiefgravirte messingene Walzen und eine, mit dem Reliefabdruck dieser Gravirungen versehene, bleiumkleidete Gegenwalze zum Pressen anwendet, so erhält man Produkte mit stark hervortretenden Mustern, welche unter dem Namen «künstliche Ledertapeten» (Carton cuir repoussé) bekannt sind, und statt der wirklichen Ledertapeten zu den reichsten Verzierungen dienen. Sollen übrigens die Reliefs sehr hoch sein, wie z. B. um in Holz geschnitzte Laubguirlanden zu imitiren, wobei das Relief bis zu einer Höhe von 25 mm. erzeugt wird, bedarf man einer anderen Vorrichtung, weil die Drehung der Walzen das Ausheben des eingedrückten Papiers schwierig macht. Man bedient sich in diesem Falle eines mechanischen Apparates, den man den Balancier nennt und der eine Art Presse ist, welche einen metallenen, heiss gemachten Stempel gegen eine Kontrematrize drückt, die hohl ist und durch Dampf ebenfalls erwärmt wird (Fig. 559, S. 882).

d. Vergolden und Versilbern. Das Verzieren der Tapeten, besonders aber der Borden mit Gold und Silber, wird entweder mit (echten oder unechten) Metallblättern oder mit Pulvern ausgeführt, nachdem im Uebrigen die Tapete ganz vollendet ist. Das gewöhnliche Verfahren dabei besteht darin, dass man einen dicken Leinölfirniss aufdruckt (mitunter auch mittelst des Pinsels aufträgt), diesen soweit abtrocknen lässt, dass er noch eben gut klebt, dann das Metallblatt auflegt, mittelst etwas Baumwolle oder eines Dachspinsels andrückt und nach dem Erhärten des Firnisses die nicht angeklebten mit Baumwolle oder einem weichen leinenen Lappen abreibt. Bei Anwendung von Metallpulvern (deren Gebrauch vorherrschend ist) streut man diese auf die bedruckten Stellen und verfährt nach dem Trocknen des Firnisses wie oben. Zum Aufstreuen dieser Gold- und

Silberbronzen bedient man sich übrigens sehr zweckmässig einer Vorrichtung, die dem Papier eine zitternde Bewegung ertheilt und dadurch in der Wirkung mit dem Velutirkasten bei der Herstellung der Sammttapeten übereinstimmt, gleichzeitig auch das Verstäuben des Metalls verhindert. Sie besteht in einem Kasten, der eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Kornstaubmühle hat, in dem sich ein Flügelrad befindet, über welches das Papier, mit der unbedruckten Seite nach unten, vermittelst eines Walzenpaares hinweggeführt wird. Vor dieser Walze hängt die Tapete in einem Bogen abwärts und bildet so eine Art Mulde, in welche eine grosse Menge Bronze geworfen wird. Bei der Fortbewegung der Tapete durch diesen Schlagkasten rollt der grösste Theil der Bronze durch das Eigengewicht nach neu ankommenden Stellen, während die Flügel des Rades so heftig von unten gegen das Papier schlagen, dass alle nicht festgeklebte Bronze abgeschleudert wird. Um dabei die Vertheilung der Bronze zu sichern, liegt vor dem Papier noch eine vierkantige Walze, deren Seiten ausgehöhlt sind und die sich in einer der Bewegung des Papiers entgegengesetzten Richtung dreht. Die durch die Flügelwalze abgeschlagene Bronze fällt nun unaufhörlich in diese kleinen Mulden und wird fortwährend wieder auf den Theil der Tapete geworfen, der noch nicht auf die Flügelwalze gelangt ist.

Um Vergoldungen etc. auf Sammttapeten hervorzubringen, wird wohl von einem Verfahren Gebrauch gemacht, das dem ähnlich ist, dessen sich die Buchbinder bei der Anfertigung von Golddruck auf Leder etc. bedienen. Man firnisst die Tapete mit einer Auflösung von Kopal in dick gekochtem Leinöl, welches mit Terpentinöl verdünnt ist, stäubt die Wolle auf, lässt 8 bis 10 Tage bei 30° C. trocknen, legt Blattgold etc. auf und presst das Muster mit messingenen auf 100 bis 110° erhitzten Formen auf. Die Hitze der Formen erweicht den Firniss und macht dadurch das Metall ankleben. Die von der Form nicht getroffenen Stellen bleiben frei, so dass sich das überflüssige Metall durch Abreiben davon entfernen lässt.

4) **Iristapeten.** Eine besondere Art Tapeten bildeten die sogenannten Iristapeten (Papiers irisés), deren Herstellung schliesslich noch kurz angeführt werden mag. Sie besitzen zwei oder mehrere verschiedene Farben, die durch sanft verwaschene Mitteltöne in einander übergehen und den Tapeten ein regenbogenartiges Ansehen geben. Sie werden hergestellt durch ein Verfahren, welches dem Grundiren verwandt ist, oder durch Druck. Im ersteren Falle stimmt ihre Anfertigung mit derjenigen überein, die bei dem Irispapier (S. 880) angegeben ist. Man hat eine Bürste mit so viel Borstenabtheilungen, als Farben aufgetragen werden sollen, von der Länge der Tapetenbreite und einen Farbekasten mit Abtheilungen für die Farben. Indem man die Bürste in den Kasten taucht und damit die Tapete auf dem Grundirtische überzieht, bilden sich die Streifen, welche in einander verwaschen werden durch eine Bürste, mit so viel Borstenabtheilungen als Lücken in der ersten Bürste vorhanden, nur dass die Borstenabtheilungen etwas breiter als die Zwischenräume sind. Diese Bürste wird in Wasser getaucht (Wasserbürste) und unmittelbar nach der ersten Bürste so gebraucht, dass sie das Wasser auf die frei gelassenen Stellen der Tapete bringt und, durch Eingreifen in die Farbenränder, diese zum Verfliessen veranlasst.

Die Iristapeten mit nicht verwaschenen, sondern scharf begrenzten, mehr oder weniger weit von einander liegenden Streifen (daher der Name Iristapeten eigentlich nicht gerechtfertigt) werden gewöhnlich mit Hilfe eines besonderen Farbeapparates erzeugt, weil die Bürsten keine so

scharfe Begrenzung hervorbringen. Dieser Apparat besteht aus einem Farbekasten mit so viel Abtheilungen in solchen Entfernungen, als die Farben und das Muster verlangen. Am Boden dieses Kastens hat jede Abtheilung einen Schlitz, dessen Länge gleich ist der Breite des Farbestreifens und dessen Oeffnung durch einen Schieber regulirt wird. Indem man diesen Kasten, mit Farben gehörig gefüllt, nach der Länge der grundirten Tapete verschiebt, hinterlässt jede Abtheilung auf derselben einen scharf begrenzten Streifen. Dasselbe Resultat, nur mit mehr Sicherheit, wird erhalten, wenn man den Farbekasten feststellt und das Papier darunter herzieht, entweder vermittelst eines Tuches ohne Ende oder eines Walzenpaares. In letzterem Falle wird die untere Walze als Unterlage mit Tuch oder weichem Leder überzogen, die obere so mit Ringen versehen, dass sie die mit Farbe versehenen Theile nicht berührt. Dass die auf solche Weise dargestellten Iristapeten nun noch weiter bedruckt etc. werden können, bedarf nur der Andeutung.

VII. **Besondere Arten von Papier.**

Ausser den bis jetzt beschriebenen Papiergattungen giebt es noch eine grosse Menge Arten, welche für bestimmte Zwecke dienen und deren Herstellung von den vorhergehenden mannigfach abweicht, indem sie grösstentheils durch nachträgliche Behandlung des gewöhnlichen Papiers entstehen, zum Theil auch aus ganz anderem Material gebildet werden. Die hauptsächlichsten derselben mögen in alphabetischer Ordnung mit kurzer Angabe ihrer Anwendung und Herstellung hier folgen.

1) Blaupapier. Zum Bläuen der Wäsche; Schreibpapier mit durch Eindampfen und Stärkezusatz verdicktem abgezogenem Indigo (siehe unter Indigo) überstrichen, oder Löschpapier mit einer Lösung von Indig-Karmin in Glyzerin getränkt.[1])

2) Elfenbeinpapier (*Ivory-paper*). Statt Elfenbeinplatten zur Miniaturmalerei etc. Sechs Bogen Velinzeichenpapier werden mit Pergamentleim über einander geklebt und in straff gespanntem Zustande, indem man die drei unteren Bogen mit den Rändern über eine Schieferplatte leimt, trocknen gelassen, mittelst feinem Glaspapier glatt geschliffen, darauf gleichmässig mit Gips in Leimwasser eingerührt, überstrichen, wieder und zwar fein geschliffen und drei Mal mit dünner Leimlösung getränkt.

3) Kopirpapier,[2]) auch Pauspapier und Kalkirpapier (Papier à calquer) genannt, zum Durchzeichnen, das früher aus Flachs, reinem Werg oder Stroh hergestellt, welche Materialien für sich bereitet und zu dünnem Papier verarbeitet, ein sehr durchscheinendes Produkt liefern, wird jetzt grösstentheils erzeugt aus feinem Velinpapier (Seidenpapier) durch Tränken mit transparent machenden Substanzen, namentlich mit austrocknenden Oelen (Leinöl, Mohnöl, Rizinusöl mit Alkohol, Leinölfirniss) oder besser Firnissen oder endlich Petroleum. Man verwendet als Firniss Damarfirniss mit Mohnölfirniss (2 Th. Harz, 12 Th. Terpentinöl, 8 Th. Mohnölfirniss) und etwas Kopaivabalsam oder einen Firniss, der bereitet wird durch Auflösen von 240 gr. Kolophonium, 180 gr. venetianischem Terpentin und 60 gr. Wachs in 3 l. Terpentinöl mit 1 l. Leinölfirniss gemengt. — Blaues, rothes u. s. w. Kopirpapier erhält man durch Bestreichen einer Papier-

---

1) Dingler's Journ., Bd. 197. S. 463; Bd. 221. S. 391. 2) Polyt. Centr., 1857. S. 744; 1858. S. 1514; 1864. S. 558. — Dingler's Journ., Bd. 173. S. 79; Bd. 193. S. 175.

seite mit Talg, in dem fein gepulverte Farben (Ultramarin, Pariserblau, Mennige u. s. w.) eingerieben ist. Beim Auflegen der gefärbten Seite auf eine Unterlage drücken sich auf diese die Linien ab, welche man auf der oben liegenden Papierseite beschreibt.

4) Kreidepapier[1]) (Papier porcellaine, *Enamelled paper*), Metalliquepapier, auch Elfenbeinpapier, zum Schreiben mit Metallstiften aus Blei, Zinn und etwas Quecksilber, wird erhalten, indem man Velinpapier einfach mit geschlemmter Kreide abreibt oder einige Male mit Kalkmilch bestreicht und dann glättet.

5) Kreidepapier (Glacépapier). Zu Adress- und Visitenkarten (Kupfer- und Steinabdrücken). Es werden 4 Th. Pergamentschnitzeln, 1 Th. Hausenblase und 1 Th. arabisches Gummi mit 236 Th. Wasser zur Hälfte eingekocht. Man theilt die kolirte Abkochung in drei gleiche Theile, vermischt diese der Reihe nach mit 39,32 und 25 Th. des feinsten Bleiweisses, trägt hiervon anf glattes Schreibpapier vermittelst einer weichen Bürste von jeder Mischung ein Mal auf, indem man sie jedesmal 24 Stunden gut trocknen lässt und glättet durch polirte Kupfer- oder Stahlwalzen. Statt Bleiweiss wird neuerdings öfter Zinkweiss oder Pergamentweiss und statt Leim die farblose Gelatine genommen.

6) Künstliche Schiefertafeln. Zum Schreiben mit dem Schieferstifte. Man erzeugt sie aus dünner, glatter Pappe durch einen Anstrich von schwarzer Leinölfirnissfarbe mit feinem eingemengtem Bimssteinpulver. — Nach einer anderen Vorschrift[2]) wird Schiefer- oder Bimssteinpulver (letzteres mit Kienruss gemischt) mit Eiweiss oder Blutserum aufgetragen und durch Koagulirung des Eiweisses in der Wärme befestigt.

7) Lackirtes Zeichenpapier. Für Geometer u. s. w. Man schützt eine Seite des Zeichenpapiers gegen Feuchtigkeit, indem man sie erst mit dünner Schellackauflösung 4 bis 5 Mal mittelst eines Schwammes bestreicht und dann drei Mal einen Lack aus 1 Th. Asphalt mit 8 Th. Leinölfirniss und 2 Th. fettem Kopallack aufträgt.

8) Nadelpapier, Rostpapier.[3]) Mit Blauholzabsud gefärbtes oder Papier aus Zeug, dem man feines Graphitpulver beigemengt hat und das mit Leim und Alaun geleimt ist. Es dient zum Einwickeln feiner Stahlwaaren (Nähnadeln u. s. w.), die es gegen Rost schützt.

9) Pergamentpapier. Unter diesem Namen kommen zwei ganz verschiedene Papierarten vor. Die eine Art dient zum Beschreiben mit Bleistift oder Tinte und lässt sich wieder durch Benetzen von der Schrift befreien. Dies Papier hat grosse Aehnlichkeit mit dem Elfenbein- oder Kreidepapier, nur dass man den Ueberzug aus Bleiweiss, Gips oder Kreide und Pergamentleim nach dem Schleifen mit klarem Leinölfirniss tränkt. Auch bereitet man dasselbe, indem man starkes und glattes Papier auf beiden Seiten mit einem Lack bestreicht, der aus 16 Th. Kopal, 16 Th. Leinölfirniss und 19 Th. Terpentinöl besteht und dann durch zwei- bis dreimaliges Auftragen einer dicken Farbe aus 96 Th. Bleiweiss, 4 Th. Bleizucker und 5 Th. geschlämmtem Bimssteinpulver, mit reinem Leinöl angemengt überzieht.

Die zweite Art Pergamentpapier hat eine grosse Aehnlichkeit mit dem wirklichen Pergament und wird auch zweckmässig deshalb vegetabilisches Pergament (Papier parchemin, *Paper parchment*, *Vegetable*

---

1) Polyt. Centr., 1865. S. 451. — Dingler's Journ., Bd. 134. S. 158. 2) Polyt. Centr., 1875. S. 831. 3) Dingler's Journ., Bd. 207. S. 260.

parchment)[1]) genannt. Seine Herstellung beruht auf der gemachten Beobachtung, dass ungeleimtes Papier durch Eintauchen in verdünnte Schwefelsäure in eine hornartige Substanz verwandelt wird, die mit der thierischen Membran eine grosse Aehnlichkeit besitzt; man nennt sie daher auch Membranoid. Die Ursache dieser Veränderung ist eine neue Molekularanordnung. Richtig behandelt, wird das Papier dadurch im hohen Grade durchscheinend, so dass die dünnen Sorten sich sehr gut zum Durchpausen eignen. In Wasser gelegt, wird es weich und schlaff, aber lange Zeit darin liegend, geht es nicht wie das thierische Pergament, die Thierblase, die Därme u. s. w. in Fäulniss über, weil kein Leim gebildet wird, und selbst durch Kochen werden seine Eigenschaften nicht geändert. Da es auch nur vermöge der Endosmose Feuchtigkeit durchlässt, von Insekten nicht angefressen und in Bezug auf die Dauerhaftigkeit wahrscheinlich die genannten Stoffe übertrifft, so kann es überall um so mehr an die Stelle derselben gesetzt werden, als es viel billiger hergestellt werden kann. So einfach die ganze Herstellung im Prinzipe ist, so kommt es doch auf bestimmte Mischungsverhältnisse der Schwefelsäure mit Wasser, auf die Dauer der Einwirkung und die dabei nöthige Temperatur an. Eine bewährte Vorschrift ist folgende. Man mischt 2 Masstheile oder 1 kg. konzentrirte englische Schwefelsäure mit 1 Masstheil Wasser, lässt die Mischung erkalten und zieht das Papier so hindurch, dass es je nach der Dicke 5 bis 20 Sekunden an beiden Seiten mit der Schwefelsäure in Berührung bleibt; hiernach wird es mit Wasser gewaschen, am Schlusse, zur Entfernung aller Säure, durch eine verdünnte Ammoniaklösung und endlich nochmals durch Wasser geführt und dann getrocknet. Da es sich beim freiwilligen Trocknen leicht kraust, so wendet man im Grossen geheizte Zylinder zum Trocknen an. — Zur Herstellung des, vielfach verwendeten Pergament-Papiers im Grossen zieht man vermittelst einer besonderen Maschine endloses Papier der Reihe nach durch Bottiche mit Schwefelsäure, mit Wasser, mit Ammoniakflüssigkeit und nochmals Wasser über Filzwalzen zwischen polirte und erhitzte Walzen, aus denen es trocken und vollkommen geglättet heraustritt. — Da das Papier durch die Behandlung mit Schwefelsäure zugleich die Eigenschaft erlangt, durch Eintauchen in Anilin sich schön zu färben, so kommt es jetzt auch schon in verschiedenen Farben in den Handel. — Statt der Schwefelsäure verwandelt auch eine syrupsdicke säurefreie Lösung von Chlorzink bei einer Temperatur von 50 bis 100° C. das Papier in Pergamentpapier. — Wenn man das Papier vor dem Durchziehen durch die Schwefelsäure mit Alaunlösung tränkt, soll sich die Veränderung bei sehr rascher Einwirkung nur auf die Oberflächen beschränken und das Papier weder seine Biegsamkeit noch Undurchsichtbarkeit verlieren.[2])

10) Rostpapier: siehe Nadelpapier.

11) Sandpapier, Schmirgelpapier, Glaspapier, Feuersteinpapier, Bimssteinpapier. Diese Papiere dienen in der Verarbeitung der Metalle, des Holzes, Horns u. s. w. statt der gepulverten Materialien, Sand, Schmirgel u. s. w. zum Abschleifen, S. 444. Sie werden aus möglichst zähen Papiersorten (Papier aus alten Tauen, getheerter Lein-

---

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1864. S. 345. — Polyt. Centr., 1857. S. 892; 1859. S. 614; 1860. S. 56, 911, 1199; 1861. S. 277, 543; 1862. S. 830, 1244; 1863. S. 1595; 1865. S. 466; 1869. S. 1399; 1871. S. 1120. — Dingler's Journ., Bd. 144. S. 154; Bd. 152. S. 380; Bd. 155. S. 388, 397; Bd. 158. S. 392; Bd. 156. S. 156, 385; Bd. 158. S. 392; Bd. 200. S. 506; Bd. 219. S. 549; Bd. 220. S. 381. 2) Polyt. Centr., 1858. S. 15; 1871. S. 1120. — Dingler's Journ., Bd. 163. S. 318; Bd. 200. S. 506.

wand u. s. w.) dadurch hergestellt, dass man diese mit Leimlösung, der man etwas Glyzerin zusetzt, bestreicht und mit den betreffenden Materialien, in mehr oder weniger fein gepulvertem Zustande, besiebt.

12) Sicherheitspapier[1]) (Papier de sûreté). Dieses Papier soll Sicherheit gewähren gegen Verfälschungen durch Radiren, Zerstörung der Schrift durch chemische Mittel u. s. w. Wenngleich man eine absolute Sicherheit dadurch noch nicht erreicht hat, so kann man doch durch eigenthümliche Präparirung das Papier gegen grobe Versuche der Art schützen. Man erreicht dies, indem man das Papier mit Farben tränkt, die selbst mit zerstört werden oder ihm Substanzen zusetzt, welche bei einem solchen Versuche eine deutliche Färbung hervorbringen. Um dabei eine Wiederherstellung der zerstörten Farben zu vermeiden, gautscht man auch wohl solches Papier aus drei Lagen zusammen, wovon die mittlere allein die betreffende Farbe erhält.

13) Tabakspapier.[2]) Ein aus den Rippen und Stengeln des Tabaks bereitetes Papier zu Zigarettenpapier oder als Deckblatt für Zigarren zu benutzen.

14) Unverbrennliches, feuerfestes Papier. Entweder aus Asbest bereitetes oder mit entsprechenden Salzlösungen (borsaures oder phosphorsaures Ammoniak etc.) getränktes Papier.

15) Wachspapier[3]) (Papier ciré). Zu Lichtmanschetten oder in den Apotheken zum Verpacken von Salben, Pflastern u. s. w., wird erzeugt durch Tränken von dünnem Schreibpapier mit weissem Wachs, Stearin oder Paraffin, dem man zur Erzeugung von Farben Grünspan, Zinnober u. s. w. zusetzt, indem man das Papier auf eine heisse Platte legt und mit in Flanell eingewickeltem Wachs, Stearin, Paraffin u. s. w. bestreicht.

16) Wachstuchpapier, Wachspackpapier (Papier-toile ciré). Zum Einpacken statt des Wachstuches. Man bereitet es durch Ueberpinseln eines zähen Packpapiers mit einer Farbe aus Kienruss und steifem Leinölfirniss oder mit einem Firniss aus Asphalt, Leinölfirniss und Terpentinöl. Dieses Papier kommt auch mit farbigen Mustern bedruckt vor.

---

1) Dingler's Journ., Bd. 131. S. 414; Bd. 137. S. 252; Bd. 150. S. 399; Bd. 187. S. 260. 2) Dingler's Journ., Bd. 146. S. 435. 3) Polyt. Centr., 1864. 558; 1869. S. 620. — Dingler's Journ., Bd. 171. S. 236.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Alphabetisches Sach-Verzeichniss.

Abdrehen 324.
Abfallseide 664.
Abfinnen 189.
Abführung 528.
Abnehmer 543.
Abscheren 214.
Abschlagen 581.
Abziehen 363, 409.
Aderholz 34.
Agen 481.
Alfenid 29.
Alpaka 29.
Alpako 780.
Ambos 144.
Ambosstock 144.
Anguss 113.
Anke 166.
Anlassen 11, 27, 119.
Anlassfarben 12.
Anlauffarben 12.
Anlege 630, 661.
Anschlagwinkel 67.
Anschuhen 403.
Anstellungswinkel 211.
Appretur 627, 753.
Arbeiter 545.
Argentan 28.
Atlas 673, 782.
Atlaspapier 878.
Aufbäumen 723.
Aufdämmen 91.
Aufgeben 727.
Aufhängekreuz 875.
Aufhängemaschine 875.
Aufhauer 233.
Auflage 328, 335.
Aufschlagen 409, 581.
Aufschweissen 396.
Aufsetzen 747.
Aufsteckrahmen 605.
Auftragmaschine 872.
Aufwinder 581.
Aufwindeschiene 592.
Auge 682.
Ausdämmen 91.
Ausdrehen 325.
Aushauer 236.
Auskarde 616.
Auslaugen des Holzes 46.
Ausräumen 365.
Ausreiber 365.
Auswringen 735.
Automatkrempel 618.
Axt 238.

Backen 383, 705.
Balanzirsäge 286.
Banc Abegg 602.
Band 540.
Bandagenwalzen 180.
Bandkratzen 547.
Bandsäge 280.
Bankhaken 56.
Barchent 766.
Barège 780.
Bast 32, 476.
Batsch-Prozess 498.
Battist 765, 770.
Baumwolle 468.
Baumwoll-Mule 624.
Baumwollsorten 471.
Baumwoll-Spinnerei 612.
Bedrucken 873.
Beiderwand 779.
Beidrecht 673.
Beil 239.
Beitel 235.
Belesen 772.
Bemopsen 759.
Berg 812.
Berkan 779.
Beschneidmaschine 854.
Bessemern 10, 14.
Bessemerstahl 14.
Bett 250, 335.
Beuteltuch 779, 782.
Biegen 141, 182.
Biegmaschine 184.
Biegsamkeit 39.
Bildgewebe 674.
Bimsteinpapier 891.
Bindung 670.
Blase 828.
Blasebalg 133.
Blasenstahl 15.
Blatt 411, 412.
Blatt 704.
Blattbinder 704.
Blattmesser 727.
Blattmetall 200.
Bläuen 823.
Blaupapier 889.
Blechfabrikation 196.
Blei 19.
Bleichen 817.
Bleigiesserei 125.
Bleuel 733.
Blindholz 405.
Blockmangel 755.
Blumenpapier 878.
Bobinoir 659.
Bogenleimung 824.
Bohrbrett 307.
Bohrer 301.
Bohrknarre 311.
Bohrkurbel 309.
Bohrmaschinen 309, 313.
Bohrratsche 311.
Bohrwinde 308.
Boken 483.
Bombasin 779, 780.
Borduren 869.
Botten 483.
Braken 481.
Brandsilber 21.
Brechen 481, 482.
Brechmaschine 483.
Breithalter 712.
Breitung 177.
Breitwaschmaschine 732.
Brillantstoff 782.
Britanniametall 29.
Brokat 782.
Bronze 26.
Bronzegiesserei 122.
Brustbrett 307.
Brustleier 308.
Brustwalze 846.
Buckskin 778.
Bündel 627.
Bürsten 752, 777, 871.
Bürstmaschine 752, 777.
Büscheltheiler 722.
Bütte 827.
Büttenleimung 824.
Büttenpapier 827.
Büttenpresse 830.
Büttenstuhl 829.
Büttgeselle 827.
Buntpapier 868.

Chagrinpapier 882.
China-Silber 29.
Chlichirmaschine 113.
Christofle 29.
Croisé 782.

Dämpfen 611, 614.
Dämpfen des Holzes 46.
Damast 16, 770, 780, 782.
Damastpapier 883.
Damaszenerstahl 16.
Dammbrett 91.
Dammgrube 108.
Dampfbürstmaschine 777.
Dampfhammer 148, 149.
Dandy-Walze 849.
Danforth-Spindel 606.
Darrkammer 106.
Daumenhammer 156.
Dechsel 240.
Deckel 542, 827.
Deckelkratzen 543.
Deckelriemen 840.
Deckzange 411.
Dekatiren 778.
Deul 10.
Diagonalschermaschine 746.
Diamanten, Fahluner 29.
Differenzialflyer 599.
Dimity 766.
Docken 328, 331.
Doppelköper 673.

Doppelkokon 509.
Doppelkurbelwalke 773.
Doppelpapier 860.
Doppeltuch 779.
Dorn 184, 190.
Dorn 203.
Doubliren 538.
Draht 192.
Draht, falscher 571.
Drahtfabrikation 193.
Drahtlehre 62.
Drahtnummer 62.
Drahtwalzwerk 193.
Drahtzieheisen 170.
Draufbohrer 308.
Drehbank 323.
Drehbrett 103, 107.
Drehen 324.
Drehhaken 327.
Drehlade 103.
Drehmeissel 235.
Drehröhre 236, 326.
Drehstahl 327.
Drehstein 361.
Drehstuhl 347.
Drehtopf 544.
Drell 766, 770.
Drill 766.
Drescher 801.
Drosselmaschine 605, 651.
Drücken 191.
Drückstahl 191.
Drucken 872.
Druckkattun 765.
Druckmaschine 874.
Druckpapier 856.
Druckwalzen 536.
Druckwerk 159.
Dünntuch 782.
Düsen 77.
Dupliren 538, 562.
Duplirmaschine 617, 639, 769.
Durchschlag 227.
Durchschnitt 227.
Durchziehen 630.
Durchzug 633.

Eckverbindungen 414.
Egge 701.
Egreniren 473.
Einfetten 642.
Einguss 111.
Einlasstuch 528.
Einlaufen 778.
Einschuss 670.
Einsetzen 12.
Einstellen 727.
Eintrag 670.
Einweben 721.
Einziehen 727.
Eisen 6.
Eisen, verbranntes 9, 13.
» sehniges 9.
Eisengiesserei 117.
Eisenstäbe 194.
Eklipsmaschine 572.
Elevatorholländer 816.
Elfenbeinpapier 889, 890.
Entfetten 641.
Entfilzen 662.
Entschlichten 768.
Entschweissen 519, 641.
Esse 135.

Fach 678.
Fachapparat 740.
Fächer 757.
Faden 609, 637.
Fahluner Diamanten 29.
Fallwerk 158.
Falten 764.
Falz 244, 411.
Falzen 410.
Falzmaschine 184, 411.
Faulbruch 9.
Feder 414, 745.
Federhammer 157.
Federschlag 709.
Federzange 48.
Feilen 350.
Feilholz 57.
Feilkloben 51.
Feilmaschine 252.
Feinflyer 622.
Feinkarde 616.
Feinkorneisen 16.
Feinspinnen 518.
Feinspinnen 602.
Feinspinnmaschine 603.
Feinstahl 15.
Fell 536, 645.
Felpel 675.
Fertigstuhl 661.
Feuersteinpapier 891.
Figur 674.
Filiren 664.
Fillet 543.
Filtrirpapier 849.
Filz 829.
Filzen 759.
Firnissen 453, 877.
Fitzruthe 727.
Flachs 476.
Flachsbreche 482.
Flachsbrechmaschine 483.
Flachsdörren 487.
Flachsfaser 495.
Flachs-Spinnerei 629.
Flachzange 49.
Flackmaschine 535.
Fladern 35.
Fladerpapier 878.
Flammensengerei 743.
Flammofen 80.
Flanell 779.
Flaus 778.
Fliess 536, 645.
Fliessmaschine 657.
Fliesstheilung 548.
Fliesstrommel 617.
Flockseide 510.
Flor 675.
Florenze 781.
Floretseide 509, 667.
Floretspinnerei 667.
Flottliegen 671.
Flügel 681.
Flügelmutter 431.
Flügelwolf 533.
Flussstahl 14.
Flyer 598, 622.
Fonzirmaschine 885.
Form 77, 136, 191, 827, 838, 843.
Form, gerippte 827.
Formbrett 93.
Formen 77.
Formen, verlorene 87.
Formerei 84.
Formerstifte 103.
Formerwerkzeuge 91.
Formkasten 93.
Formplatte 593.
Formsand 85.
Foulard 781.
Fräsen 287.
Fräsmaschine 290, 293.
Fries 778.
Friktionshammer 158.
Frischen 14.
Frisirmühle 779.
Frosch-Bramschnitt 249.
Fuchsschwanz 265.
Fugbank 245.
Fügebock 57.
Fugen 413.
Fügen 57.
Fühlhebel 67.
Führer 332, 720.
Füllen 645, 823.
Füllstoffe 823.
Furniren 405.
Fussnagel 720.
Futter 191, 333.
Futtern 645.

Gabelpfanne 115.
Gallet 668.
Galletseide 510.
Gang 566, 719, 727.
Gang, todter 373.
Ganzholländer 811.
Ganzzeug 809.
Garnitur 542.
Garnnummer 516.
Garnwage 608.
Gassengerei 741.
Gatter 273.
Gattiren 613.
Gaufriren 758, 783.
Gautschapparat 843.
Gautschen 829, 847.
Gautschwalzen 843.
Gaze 676.
Gaze 699.
Gaze 781.
Gebinde 609.

Gegenwinder 581.
Gehänge 93.
Gehrung 414.
Gehrungsschneidlade 258.
Geissfuss 236.
Gelbkupfer 25.
Gelese 720.
Gerberwolle 505.
Geschirr 682.
Geschirr, deutsches 809.
Geschirr, holländisches 811.
Gesenk 165.
Gespinnst 511.
Gewebe 669.
Gewindbohrer 380.
Gewinde 367, 368, 369, 372.
Gichtboden 79.
Giessgefässe 115.
Giesskopf 113.
Gillschläge 632.
Gingham 766.
Glanzkalander 758, 768.
Glanzleinwand 769.
Glanzpappe 755, 778, 859.
Glanzschleifen 440.
Glanztapeten 885.
Glanzwalze 758.
Glashärte 11.
Glätte 19.
Glätten 611, 754, 852, 875.
Glättmaschine 611.
Glättstange 875.
Glazé-Appretur 768.
Glockengut 28.
Glühofen 138.
Gold 20.
Gold, Mannheimer 25.
Goldgiesserei 126.
Goldpapier 880.
Goldstoff 782.
Grabstichel 233.
Granitpapier 878.
Grezseide 509.
Grobflyer 622.
Gros 781.
Grund 456, 884.
Grundeisen 235.
Grundiren 884.
Grundirmaschine 885.
Grundwerk 812.
Gummiren 783.
Guss, schmiedbarer 120.
Gussnath 97.
Gusstahl 16.
Gusstück 84.

Hacker 543.
Hackmaschine 793.
Hadern 786.
Halbholländer 811.
Halbkammgarn 663.
Halbmerino 780.
Halbselfaktor 586.
Halbtuch 779.
Halbzeug 809.
Halsbrett 687.
Hammer 142.
Hämmerbarkeit 132.
Hammergeschirr 809.
Hammerhülse 147.
Hammerwalke 760, 773.
Hammerwaschmaschine 733.
Handkloben 51.
Handspindel 579.
Handstuhl 713.
Hanf 496.
Hanfleinen 769.
Hängehaus 738.
Harnisch 692.
Hartborsten 12.
Härten 11.
Härterisse 12.
Hartguss 118.
Hartloth 400.
Hartschlagen 144.
Harzleim 825.
Haspel 608, 664.
Haspeln 607, 637, 653.
Haube 813.
Haue 240.
Heber 693.
Heblade 813.
Hebmesser 690.
Hecheln 490.
Hechelflachs 492.
Hechelmaschine 492.
Heerdformerei 88, 91.
Helfen 681.
Helm 146.
Hemd 107.
Herrenhuterpapier 879.
Herz 332.
Hirnholz 34.
Hirnleiste 415.
Hobel 112, 240.
Hobelbank 55.
Hobelmaschine 249, 295.
Hohlbohrer 305.
Hohlmeissel 327.
Holländer 811.
Holz 32.
Holz, grünes 41.
Holzhobelmaschine 295, 343.
Holzring 32.
Holzschleiferei 789.
Holzschraube 368.
Holzschrauben 429.
Holzstoff 789.
Hund 690.
Hundehaare 505.

Igel 544.
Igelstrecke 566.
Imprägniren 466.
Indienne 765.
Irispapier 880.
Iristapete 888.

Jacquard 694.
Jahrring 33.
Jenny-Maschine 586.
Jute 497.

Kalandern 754.
Kalibermass 65.
Kaliberwalzen 178.
Kaliko 765.
Kaltbruch 8.
Kaltwalke 774.
Kambrik 765.
Kamelot 779, 781.
Kamm 540.
Kamm 552, 704.
Kämmen 551, 655.
Kammgarnspinnerei 654.
Kämmlinge 553.
Kammmaschine 602.
Kämmmaschine 553, 691.
Kammsetzmaschine 704.
Kammstecken 727.
Kammtopf 656.
Kammwalze 543.
Kammwolle 504.
Kammzug 553.
Kanalstrecke 620.
Kannevas 766, 781, 782.
Kante 701.
Kanter 719.
Kanzleihadern 797.
Kappe 176, 243.
Kapselgebläse 135.
Karbonisiren 467, 525.
Kardätschen 540, 644.
Karde 750.
Kardenkreuz 750.
Kardiren 540.
Karten 692.
Kartenschlagmaschine 695.
Kaschmirshawl 780.
Kasimir 778.
Kastenformerei 88, 92.
Katt 766.
Kattun 765.
Kattunpapier 880.
Katze 720.
Kautschen 829.
Kegelzug 686.
Kehlmaschinen 297.
Keil 431.
Kern 97, 101, 107, 112, 367.
Kernholz 33.
Kernkasten 101.
Kernlager 101.
Kernschlichte 110.
Kette 670.
Kettenbaum 678.
Kettenscheren 718.
Kettentempel 712.
Kettenwalze 721.
Kidderminster-Teppich 780.
Kirsey 779.
Kitten 406.
Kittscheibe 333.
Kläcke 749.
Klemmfutter 333.

Klettenwolf 533.
Klotz 705.
Klotzmaschine 754.
Knarre 311.
Knäuelwickelmaschine 609.
Knicken 481.
Knoten 772.
Knotenfänger 834.
Knotenmaschine 828.
Koating 778.
Kochen 666.
Kochen 803.
Kocher 804.
Kohlungsstahl 14.
Kokon 506.
Kontermarsch 684.
Konzepthadern 797.
Köper 766, 671.
Kopf 566.
Kopirdrehbank 349.
Kopirpapier 889.
Kotzen 779.
Kötzer 583.
Kraftstuhl 713.
Kratzen 540.
Kratzmaschine 542.
Kratzwolle 504.
Krausen 781.
Kreidepapier 890.
Kreissäge 284.
Krempelmaschine 542.
Krempeln 540.
Krepp 781.
Kreppen 781.
Kreszentin 668.
Kreuz 720.
Kreuzmeissel 235.
Kreuznagel 720.
Krimpen 778.
Kronsäge 284.
Kropf 812.
Krummofen 20.
Kugelkocher 808.
Kugelsupport 343.
Kupfer 17.
Kupolofen 75.
Kurbelwalke 760, 773.
Kurbelwaschmaschine 734.
Kurs 674.
Kusir 666.
Kyanisiren 466.

Lackiren 452, 877.
Lade 690, 705.
Ladendeckel 705.
Ladenklotz 705.
Lama 779.
Laminiren 564.
Langhobelmaschine 295.
Langholz 33.
Langlochmaschine 299.
Langrisse 9.
Langschermaschine 746.
Laternenbank 602.
Läufer 544, 645, 745.
Leder, englisch 766.
Ledertapete 887.
Legeapparat 646.
Legemaschine 740, 764.
Legen 830.
Legirungen 21, 30.
Lehm 85.
Lehmformerei 106.
Lehre 65, 103.
Leimbottich 850.
Leimen 404, 824, 849.
Leimknecht 51.
Leimmaschine 724, 772, 850.
Leimzwinge 50.
Leinwand 769.
Leinwandbindung 671.
Leinweber-Stuhl 770.
Leitspindel 338.
Leseriet 720.
Levantin 782.
Leviathan 523.
Lieger 745.
Linnen 769.
Linon 770.
Litzen 681.
Lochscheibe 227.
Lochwalke 760.
Lochwerkzeuge 218, 226.
Locke 540.
Lockenkrempel 647.
Loden 772.
Löschpapier 849, 855.
Loth 399.
Löthbahn 402.
Löthen 399.
Löthkolben 402.
Löthofen 402.
Löthscheibe 332.
Löthwasser 401.
Lumpen 786.
Lumpenkocher 804.
Lumpenschneider 800.
Lumpensurrogate 787.
Lumpenwolf 802.
Lunte 624.
Lünette 334.
Luppe 10.
Lüstriren 611.

Mahlen 812.
Maillechort 29.
Maillon 682.
Manchester 676, 766.
Mange 754.
Mantausendscheibe 587.
Mantel 107.
Marabout-Seide 666.
Marineleim 406.
Mark 32.
Markstrahlen 33.
Marmorirwasser 879.
Marmorpapier 878, 879.
Marokinpapier 882.
Marsch 674.
Martinstahl 15.
Marzellin 781.
Maschinenpapier 831.
Maschiniren 642.
Masern 35.
Maserpapier 878.
Masse 85.
Masseformerei 105.
Masselgraben 115, 116.
Massivschraube 367.
Masstäbe 58.
Matrize 165, 227.
Meissel 231, 234.
Melchior 29.
Meliren 643.
Mennige 19.
Merino 504, 766, 779.
Messen 764.
Messer 237, 745, 809.
Messing 25.
Messinggiesserei 121.
Messring 62.
Metall-Eigenschaften 31.
Metalltuchregulator 841.
Mikrometerschraube 373.
Mischen 613, 820.
Mitnehmer 332.
Mittelflyer 622.
Mittelsucher 71.
Mock 14.
Model 71.
Modell 88, 107, 191.
Mohair 779.
Molette 181.
Molettenstrecke 620.
Molton 766, 778.
Moiriren 759, 783.
Moor 781.
Mouliniren 664.
Mulden-Einführung 528.
Mule-Maschine 586.
Muntzmetall 26.
Musselin 766.
Muster 674.
Muster-Walze 849.
Mutter 367.
Mutterbohrer 380.

Nachlassen 11
Nadel 689.
Nadelpapier 890.
Nadelstabstrecke 566, 658.
Nägel 420.
Nageln 420.
Nageleisen 190.
Nanking 766.
Nassfilz 843, 846.
Nasspartie 844.
Nasspresse 844.
Nasspressen 830, 844.
Nassspinnen 635.
Nessel 765.
Neumessing 26.
Neusilber 28.
Niagaraspindel 606.
Nickelstahl 16.
Nietambos 422.
Nieten 422.
Nietenpresse 423.

Nietkluppe 422.
Nietmaschine 423, 425, 427
Nietschelapparat 572.
Nietstempel 425.
Noppen 772.
Noppzange 773.
Numeriren 516, 607.
Numerirung 516.
Nummer 608.
Nuth 414
Nuthmaschine 297, 299, 343.
Nuthstossmaschine 256.

Oeffnen 526.
Oeffner 529, 722.
Oeffnungsmaschine 657.
Oelwolf 643.
Organdy 766.
Organtis-Appretur 768.
Organzin 665.
Orleans 779.

Pahthanf 497.
Pack 536.
Packfong 29.
Packhadern 797.
Packleinen 769.
Padurstock 700.
Papier 784.
Papier, feuerfestes 892.
Papier, gefärbtes 860.
Papier, gemustertes 878.
Papier, gepresstes 881.
Papier, geripptes 827.
Papier ohne Ende 831.
Papier, türkisches 879.
Papier, velutirtes 881.
Papierfärberei 861.
Papierform 827, 838.
Papierformate 855.
Papiermacherfilz 829.
Papiermaschine 831, 845.
Papierschneidmaschine 853
Papiersorten 855.
Papierspitzen 883.
Papierwalze 756, 852.
Pappe 784, 857.
Parallelschraubstock 54.
Parallelzange 50.
Parisienne 782.
Passigdrehen 348.
Passiren 727.
Patrone 388.
Pauscht 829.
Pauspapier 889.
Pelseide 666.
Pelz 536, 645.
Pelzmaschine 645.
Pergamentpapier 890.
Perkal 765.
Peitsche 708.
Pewter 30.
Piqué 766.
Pinchbeak 25.
Planscheibe 333.
Platin 21.
Platine 688.
Platte 812.
Platten 178.
Platteneinguss 111.
Plattensengerei 742.
Plattiren 202.
Plättmaschine 659.
Plüsch 675, 780.
Plüschsammt 675.
Poil de chèvre 779.
Pol 675.
Polkette 699.
Popeline 781.
Postform 827.
Posthadern 797.
Postirmaschine 751.
Prägmaschine 161, 882.
Prägstempel 165.
Prätschmaschine 733.
Presse 161, 173, 586.
Pressen 159, 586, 758, 829.
Pressflügel 597.
Pressglanz 779.
Pressionsstrecke 620.
Press-Span 778, 859.
Press-Spule 597.
Prinzmetall 25.
Prügel 705.
Puddeln 10, 14.
Puddelstahl 14.
Pudern 96.
Punktiren 71.
Punzen 163.
Putzen 119, 547.
Quadrant 591.
Queen's Metall 30.
Querhobelmaschine 297.
Querholz 34.
Querschermaschine 746.

Racken 481.
Rädchen-Tempel 712.
Räderdrehbank 341.
Räderpresse 409.
Radial-Bohrmaschine 315.
Raffineur 790.
Raffiniren 15, 18.
Rändelmaschine 343.
Rändelrad 181.
Rapport 675, 873.
Rapportstifte 873.
Raspeln 357.
Ratin 779.
Ratinirmaschine 779.
Ratschbohrer 311.
Rattenschwanz 749.
Raufen 476.
Rauhbank 245.
Rauhen 749, 767, 775.
Rauhkarde 751.
Rauhmaschine 749.
Räumer 365.
Reckwalzen 196.
Reffkamm 476.
Register 388.
Registerwalzen 846.
Regulator 831.
Reibahlen 365.
Reifkamm 722.
Reifkloben 57.
Reihehaken 727.
Reissen 12, 42, 71, 763.
Reisskrempel 645.
Reissmass 71.
Reisswolf 532.
Reitstock 331.
Rennspindel 307.
Rennstahl 14.
Repetirmaschine 696.
Ribben 487.
Richtplatte 72.
Riemchenapparat 549.
Riessgehänge 830.
Riet 704.
Rietblatt 704.
Rietstecken 727.
Riffkamm 476.
Rinde 32.
Ringspindel 606.
Rips 766, 779.
Riste 481.
Ristebock 482.
Risten 481, 482.
Ritzer 676.
Rohbruch 9.
Roheisen 6, 7,
Rohr 704.
Röhreinguss 111.
Röhrenfabrikation 203.
Röhrenmaschine 572.
Rohseide 509, 664.
Rohstahl 14.
Rohzink 18.
Rolle 755.
Rollenbohrer 307.
Rollmessing 201.
Rollschütze 703.
Rosenstahl 15.
Rosettenkupfer 17.
Rost 720.
Rösten 477.
Rostpapier 891.
Rota frotteur 573.
Rothbruch 8.
Rotte, gemischte 480.
Rotteflachs 481.
Rotten 477.
Rundstahl 213.
Rundzange 184.
Ruthe 727.
Rutschgewicht 680.

Sackleinen 769.
Sackzwillich 770.
Säge 260
Sägemaschine 270.
Sägemühle 252.
Sägeschärfmaschine 362.
Sägenegrenirmaschine 474.
Sahlleiste 701.
Sammt 675, 698, 780, 782.
Sammtmesser 763.

Sammtnadel 676.
Sammtpapier 881.
Sammtschneiden 763, 783.
Sammttapete 886.
Sandbaum 680.
Sandfang 813, 833.
Sandleisten 93.
Sandpapier 858, 891.
Sarsche 779.
Satin 782, 852,
Satiniren 851, 875, 885.
Satinirmaschine 876.
Satinirwerk 852.
Sattel 812.
Saugapparat 841.
Saugwanne 841.
Schäbe 481.
Schaber 364.
Schablone 103.
Schalenguss 118.
Schafrazen 504.
Schafschur 505.
Schaft 681.
Schaftmaschine 691.
Schälen 666.
Schämel 683.
Schappe 668.
Scharnirkluppe 384.
Schaumleisten 847.
Scheiben-Holländer 816.
Scheidekamm 722.
Schellstück 271.
Scheren 219, 718, 744, 775.
Scherflocken 747.
Schergatter 720.
Schermaschine 721, 744.
Schermesser 745.
Scherrahmen 719.
Schetterleinen 769.
Schiebzange 49.
Schiefer 9.
Schiefertafel, künstliche 890.
Schiene 809.
Schieren 718.
Schiertuch 769.
Schifflein 406.
Schlag 705.
Schlagen 526, 706
Schlagflügel 535.
Schlagloth 400.
Schlagmaschinen 200, 535.
Schlagmühle 755.
Schlagrädchen 181.
Schlagstampfen 852, 882.
Schlagwerk 166.
Schlammrotte 480.
Schleife 682.
Schleifen 547, 789.
Schleifgewicht 680.
Schleifstein 358.
Schleppwalzen 176.
Schleudern 736.
Schlichten 722.
Schmälzen 643.
Schmelzen 75.
Schmiedeheerd 135.
Schmiedeisen 8.
Schmiedemaschine 160.
Schmieden 188.
Schmiedezange 49.
Schmiege 69.
Schmirgelpapier 444, 891.
Schmitze 749.
Schneidbacken 383.
Schneidbohrer 380.
Schneide 208.
Schneideisen 382.
Schneidmaschine 630.
Schneidmodel 237.
Schneller 608, 680, 707.
Schnellhammer 153.
Schnell-Lade 707.
Schnell-Läufer 645.
Schnell-Loth 399.
Schnellschütze 702.
Schöpfbütte 827.
Schöpfen 827.
Schrägwinkel 69.
Schrank 720.
Schränkeisen 263.
Schraubbolzen 429.
Schraube 367.
Schraubenbohrer 305, 380.
Schraubenfabrikation 367.
Schraubengang 367.
Schraubengewinde 367.
Schraubenkluppe 383.
Schraubenmutter 367, 379.
Schraubenschlüssel 430.
Schraubenschneiden 375.
Schraubenschneidmaschinen 390.
Schraubenspindel 367.
Schraubenstrecke 566.
Schraubenzieher 430.
Schraubstock 53.
Schraubstahl 387.
Schraubzwinge 50.
Schreibpapier 856.
Schroten 251.
Schrotstahl 236, 327.
Schrubbeln 645.
Schublehre 66.
Schürze 839.
Schuss 670.
Schusswächter 711.
Schüttelvorrichtung 840.
Schütze 701.
Schützenkasten 707.
Schützenwächter 711.
Schwalbenschwanz 411, 413, 417.
Schwanzhammer 146.
Schwarte 271.
Schwärzen 96.
Schweifen 718.
Schweifstock 719.
Schweissbarkeit 8.
Schweissen 8, 189, 396.
Schweissmaschine 398.
Schweissnaht 398.
Schweissofen 138.
Schwinden 41, 407.
Schwindmass 86.
Schwingen 487.
Schwingflachs 488.
Schwinghede 488.
Schwingmaschinen 488.
Schwingmesser 488.
Schwundverbindung 407.
Seckeneisen 172.
Segeltuch 769.
Seide 505.
Seide, kordonnirte 666.
Seidenabfälle 510.
Seidenbarège 782.
Seidenhaspel 508.
Seidenspinnerei 664.
Selfaktor 586, 816.
Semilor 25.
Sengen 611, 741, 767.
Sengerei 741.
Serge 779, 782.
Setzhammer 164.
Setzstock 334, 341.
Shapingmaschine 253.
Shawl 780.
Shirting 765.
Sicherheitspapier 892.
Siebtrommel 529.
Siebzeug 779.
Silber 20.
Silbergiesserei 126.
Silberpapier 880.
Silberstahl 16.
Silberstoff 782.
Sommerwolle 505.
Sortiren 796, 854.
Spaltbarkeit 37.
Spannblech 57.
Spannen 738, 775.
Spannstock 712.
Speisewalzen 528.
Sperrhorn 145.
Sperruthe 712.
Spiegel 33.
Spindel 328, 367, 579, 583, 596.
Spindelbank 598.
Spindelwagen 581.
Spinnen 570.
Spinnerei 468, 510.
Spinnmaschine 580.
Spinnplan 628.
Spinnprozess 575.
Spiralbohrer 305.
Spitzen 670.
Spitzen, todte 344.
Spitzenhöhe 335.
Spitzenpapier 883.
Spitzstahl 213, 327.
Splint 33, 432.
Splintdraht 192.
Spratzen 20.
Sprenggabel 190.
Spritzen 20.
Sprung 678.

Spulen 727.
Spulenbank 605.
Spulengestell 719, 721.
Spulmaschine 609, 659, 664, 728.
Spundmaschine 297.
Stabsengerei 741.
Stahl 11.
Stahlgiesserei 120.
Stahlstäbe 194.
Stampfgeschirr 809.
Stampfkalander 755.
Stanze 165.
Stapel 470.
Stapelzugmaschine 657.
Stärkekalander 754.
Stärkemaschine 726, 754, 768.
Stärken 753, 768.
Stäuber 801.
Staubthurm 529.
Stauchen 189.
Stemmaschine 258.
Stemmeisen 235.
Stempel 164.
Sterrometall 26.
Stichel 233.
Stickseide 666.
Stielhammer 146.
Stielkloben 51.
Stirnhammer 146.
Stockzahn 262.
Stoffmühle 811.
Stofftreiber 816.
Stopfen 773.
Stössel 689.
Stossbank 245.
Stosskalander 755.
Stossmaschine 256.
Stosswalke 760.
Stosswerk 159.
Strähn 607.
Stramin 779, 781.
Stratzen 786.
Strazza 668.
Strecke 564.
Strecken 189, 563, 619.
Streckmaschine 564.
Streckstab 740.
Streckung 177.
Streckwalzen 569.
Streichbaum 678.
Streichbürste 871.
Streichen 540, 644.
Streichgarnmule 650.
Streichmass 71.
Streichtisch 872.
Streichwolle 504.
Streichwoll-Spinnerei 640.
Streifenzieher 871.
Strengloth 400.
Strohpapier, gepresstes 883.
Strohstoff 794.
Stückgut 28.
Stückwaschmaschine 732.
Stufenwalzen 180.
Stürzen 110.
Sturzguss 118.
Sumpf 81.
Support 251, 328, 336.
Swandown 766.

Tabakspapier 892.
Tafft 781.
Tafftpapier 878.
Tapeten 884.
Taster 61.
Technologie 1.
Tempel 712.
Tempern 119.
Teppich 780.
Teufel 529.
Texel 240.
Thaurotte 480.
Theilkamm 722.
Thonerdeseife 825
Tiegelofen 82.
Tischkloben 52.
Titelpapier 878.
Todter Kopf 113.
Tombak 25.
Tracht 775,
Trama 665.
Treiben 190.
Treiber 707.
Treiberschnur 708.
Treibkitt 163.
Tritt 683.
Tritthammer 148.
Trittmaschine 691.
Trockenfäule 465.
Trockenhaus 738.
Trockenmaschine 637.
Trockenpartie 844.
Trockenspinnen 635.
Trockenstube 106.
Trocknen 735, 775, 830, 844, 875.
Trocknen des Holzes 45.
Trommelmaschine 691.
Tropfzink 18.
Tuch 771.
Tuchfabrikation 772.
Tuchmacher-Stuhl 772.
Tuchwolle 505.
Tüllpapier 883.
Tümmler 684.
Twist 627.

Universalfutter 333.
Universalwalzwerk 180.

Velinform 828.
Velinpapier 828.
Velutiren 886.
Velvet 676.
Ventilatorwolf 533.
Verdickungsring 32.
Vergolden 456, 462.
Verschlag 813.
Versilbern 456, 464.
Verstemmen 428.
Vogel 707.
Vogelzungen 356, 358.
Volant 618, 645.
Vordergeschirr 695.
Vorgarn 518.
Vorhalter 424.
Vorkarde 616.
Vorkratze 645.
Vorspinnen 518.
Vorstählen 396.
Vorsteckstift 432.
Vorwalze 543.

Wachsleim 825.
Wachspapier 892.
Wachstuchpapier 892.
Wächter 568.
Wagen 581, 598, 605.
Walken 759, 773.
Walkerde 760.
Walkmühle 760.
Wallis 766.
Walze 809.
Walzen 173.
Walzendruckmaschine 874.
Walzenegrenirmasch. 473.
Walzenkrempel 544, 644.
Walzenmange 756.
Walzenschermaschine 775.
Walzen-Tempel 712.
Walzenwalke 761, 773.
Walzenwaschmaschine 732.
Wandbohrmaschine 317.
Wangen 335.
Warmwalke 775.
Waschbleuel 773.
Waschen 730, 773, 775, 808.
Waschgold 20.
Waschhammer 733.
Waschmaschine 522, 731, 808.
Waschrad 731.
Waschscheibe 813.
Waschtrommel 813, 814.
Wasserbürste 888.
Wässern 759.
Wasserrotte 478.
Wasserzeichen 849.
Watermaschine 605, 626.
Watte 536.
Wattenmaschine 536.
Weberblatt 704.
Weberegulator 679, 681.
Weberei 669.
Weberschütze 701.
Webstuhl, atmosphärischer 710.
Webstuhl, pneumatischer 710
Webstühle 712.
Weichen 477.
Weichloth 399.
Weife 608.
Weifen 608.
Weisskupfer 29.
Weissmetall 30.
Wendeisen 386.

Wender 545.
Werfen 12, 43, 87.
Werft 670.
Wergleinwand 769.
Wergspinnerei 638.
Werkzeug 139.
Werkzeuge, passive 48.
Werkzink 18.
Wickel 536.
Wickelmaschine 536, 617.
Willerstahl 16.
Willow 530.
Wilton 780.
Winkelmass 67.
Winterwolle 505.
Wippe 344.
Wirkware 670.
Wolf 529, 802.
Wolfszahn 262.
Woll-Atlas 779.
Wolle 499.
Wollfett 499.
Wollmuselin 779.
Woll-Spinnerei 640.
Wolltapete 886.
Wollwäsche 519.
Wringen 735.
Würgelzeug 572.

Zahlen 608.
Zampelschnur 687.
Zanella 780.
Zangen 48.
Zapfen 411, 413,
Zapfenbohrer 307.
Zapfenschneidmaschine 207.
Zapfenstreichmass 72.
Zauseler 530.
Zeichenpapier 856.
Zeichenpapier,lackirtes890.
Zellulose 789.
Zementirpulver 720.
Zendel-Tafft 781.
Zentrifugalgebläse 135.
Zentrifugalguss 113.
Zentrifugalholländer 816.
Zentrifugaltrocken-maschine 524, 818.
Zentrifuge 524, 737, 818.
Zentrifugiren 736.
Zentriren 325.
Zentrirstock 344.
Zerschneiden 853.
Zettel 670.
Zetteln 718.
Zeug 682.
Zeugbaum 678.
Zeugkasten 827.
Zeugmischung 816.
Zeugmischungstabelle 821.
Zeugregulator 831.
Zeugspanner 712.
Ziehbank 171.
Ziehbarkeit 132.
Zieheisen 170.
Ziehen 12, 87, 812.
Ziehklinge 363.
Ziehzange 171.
Zink 18.
Zinken 416.
Zinkenschneidmaschine 419.
Zinkgiesserei 123.
Zinn 18.
Zinnfolie 18.
Zinngiesserei 124.
Zinnloth 399.
Zirkassienne 778.
Zirkel 59, 73.
Zudrückmaschine 411.
Zuführtuch 528.
Zug 553.
Zugmaschine 564.
Zugmesser 237.
Zulagen 405.
Zusammenschrauben 428.
Zuschärfung 208.
Zuschläger 189.
Zwangverbindungen 407.
Zwirn 628.
Zwirnen 511, 609, 664.
Zylinderbaum 566.
Zylinderbohrmaschine 318.
Zylinderkocher 805.
Zylindermaschine 586, 847.
Zylindersäge 284.
Zylindersengerei 741.
Zylindriren 783.

Berichtigungen.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Seite	7	Zeile	2 v. o.	zu setzen:	0,2 statt $\frac{1}{2}$.
»	8	»	21 v. u.	» »	0,2 » 0,5.
»	17	»	16 v. o.	» »	copper statt gopper.
»	17	»	2 v. u.	» »	practical statt prentreal.
»	19	»	16 v. o.	» »	die Schwefel- und Arsenmetalle statt in Schwefel und Arsenmetalle.
»	20	»	17 v. u.	» »	Silver statt Siiver.
»	25	»	4 v. u.	» »	Percy-Knapp statt Pecy-Knapp.
»	32	»	1 v. o.	sind die zwei letzten Kolumnen-Ueberschriften umzutauschen.	
»	32	»	23 v. u.	zu setzen:	Wood statt Woad.
»	41	»	4 v. u.	» »	15 statt 55 Proz.
»	62	»	10 v. u.	» »	d statt a.
»	133	»	10 v. u.	» »	von statt gegen.
»	144	»	19 v. o.	» »	Anvil statt Anril.
»	147	»	23 v. o.	» »	Stirnhammer statt Sternhammer.
»	157	»	3 v. u.	» »	Scientific statt Scientofie.
»	160	»	12 v. u.	» »	Stellschrauben S statt Stellschrauben J.
»	191	»	22 v. o.	» »	Retreindre statt Retrendre.
«	210	»	14 v. o.	» »	nunmehr nicht jedoch statt nunmehr jedoch.
»	213	»	1 v. u.	» »	1483 statt 1433.
»	279	»	28 v. o.	» »	Vorschub z statt Vorschub s.
»	279	»	28 v. o.	» »	n. z. d statt n. s. d.
»	279	»	10 v. o.	» »	hinter Zuschiebung: pro Schnitt in mm.
»	284	»	8 v. o.	» »	Sägeschwindigkeit und Vorschub statt Vorschub und Sägegeschwindigkeit.
»	291	»	21 v. o.	» »	Kegelräder statt Kugelräder.
»	298	»	22 v. o.	» »	3,5 m. statt 3,5 mm.
»	314	»	6 v. o.	» »	unter 9 statt 23 : 33.
»	456	»	1 v. u.	» »	netz- statt nutz-
»	646	»	19 v. u.	» »	(Legeapparat) hinter Apparat.
»	717	»	15 u. 16 v. o.	» »	K statt k.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Durch jede Buchhandlung des In- und Auslandes zu beziehen.

TECHNOLOGISCHES
WÖRTERBUCH

IN DEUTSCHER, FRANZÖSISCHER UND ENGLISCHER SPRACHE.

GEWERBE, CIVIL- UND MILITÄR-BAUKUNST, ARTILLERIE, MASCHINENBAU, EISENBAHNWESEN, STRASSEN- UND WASSERBAU, SCHIFFBAU UND SCHIFFFAHRT, BERG- UND HÜTTENWESEN, MATHEMATIK, PHYSIK, CHEMIE, MINERALOGIE U. A. M. UMFASSEND.

BEARBEITET VON

E. ALTHANS, L. BACH, F. C. GLASER, J. HARTMANN, E. HEUSINGER VON WALDEGG, E. HOYER, F. KREUSSER, Dr. G. LEONHARD, F. E. MATTHIESEN, Dr. O. MOTHES, G. A. VON OPPERMANN, Dr. C. RUMPF, Dr. F. SANDBERGER, B. SCHÖNFELDER, A. SCHÜCK, G. PH. THAULOW, W. UNVERZAGT, Dr. H. WEDDING

UND HERAUSGEGEBEN VON

V. ALBERT, Dr. C. RUMPF, Dr. O. MOTHES, W. UNVERZAGT,

MIT EINEM VORWORT

VON

Dr. KARL KARMARSCH,

ERSTEM DIRECTOR AN DER POLYTECHNISCHEN SCHULE IN HANNOVER.

Erster Band.

DEUTSCH-ENGLISCH-FRANZÖSISCH.

Preis 10 Mark.

Zweiter Band.

ENGLISCH-DEUTSCH-FRANZÖSISCH.

Preis 10 Mark.

Dritter Band.

FRANZÖSISCH-DEUTSCH-ENGLISCH.

Preis 10 Mark.

DRITTE VOLLSTÄNDIG UMGEARBEITETE AUFLAGE.

Die dritte, vollständig umgearbeitete Auflage des zweiten Bandes ist eben in Herstellung und wird im Frühjahr erscheinen.

Dem Techniker, dem Fabricanten und Kaufmanne dient ein solches, auf den besten Quellen und genauester Sachkenntniss der Bearbeiter beruhendes Wörterbuch nicht allein zum sicheren Verständniss der ausländischen Fachliteratur, sondern es wird ihm bei allen wissenschaftlichen und geschäftlichen Beziehungen zum Auslande das nothwendigste Hilfsmittel sein, ohne das bei der mannigfachen Bedeutung vieler Wörter, je nach ihrer Beziehung zu den verschiedenen Branchen der Technik, Irrthümer und Verwechselungen unvermeidlich sind.

5 Nov

FRITZ GAHL
MÜNCHEN

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hoyer, Egbert <<von>>,

Lehrbuch der vergleichenden mechanischen Technologie

Wiesbaden 1878

Techn. 105 g
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11379063-3